

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 3月11日
Date of Application:

出願番号 特願2004-068903
Application Number:

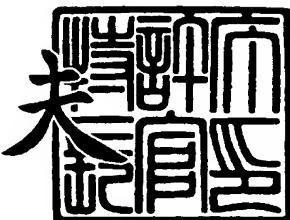
[ST. 10/C] : [JP 2004-068903]

出願人 本田技研工業株式会社
Applicant(s):

2004年 3月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 H103050902
【提出日】 平成16年 3月11日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B60R 21/00
 G01B 11/24
 G06T 7/00

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 長岡 伸治

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 辻 孝之

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 坂 雅和

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 渡辺 正人

【特許出願人】
【識別番号】 000005326
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】
【識別番号】 100108578
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】
【識別番号】 100101465
【弁理士】
【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】
【識別番号】 100094400
【弁理士】
【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】
【識別番号】 100107836
【弁理士】
【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】
【識別番号】 100108453
【弁理士】
【氏名又は名称】 村山 靖彦

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 78423
【出願日】 平成15年 3月20日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9705358

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

赤外線カメラにより捉えられた画像を利用して、歩行者を認識する車両周辺監視装置であって、

前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段と、

前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段と、

前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段と
を備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 2】

前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットすることを特徴とする請求項1に記載の車両周辺監視装置。

【請求項 3】

前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の肩もしくは腕に相当すると推定される別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段を備え、

前記歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識することを特徴とする請求項1、または請求項2に記載の車両周辺監視装置。

【請求項 4】

赤外線カメラにより捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、

前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段と、

前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段と、

前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段と、

前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段と
を備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 5】

赤外線カメラにより捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、

前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段と、

前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段と、

前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段と、

前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物に対して、警報すべき対象物であるか否かを判断する警報判定手段と、

前記警報判定手段によって警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段と
を備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 6】

前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットすることを特徴とする請求項4、または請求項5に記載の車両周辺監視装置。

【請求項 7】

前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の肩もしくは腕に相当すると推定される別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段を備え、

前記歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識することを特徴とする請求項4から請求項6のいずれかに記載の車両周辺監視装置。

【請求項8】

前記表示手段は、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物を強調表示することによって区別可能に表示することを特徴とする請求項4から請求項7のいずれかに記載の車両周辺監視装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】車両周辺監視装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、赤外線カメラにより撮影された画像の2値化処理により、対象物抽出を行う車両周辺監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、赤外線カメラにより捉えられた車両周辺の画像から、車両との衝突の可能性がある歩行者等の対象物を抽出し、その情報を車両の運転者に提供する車両周辺監視装置が提案されている。このシステムでは、歩行者等の対象物における車両との衝突の可能性は、車両と対象物との相対距離や相対速度に基づいて判定される。

【0003】

また、例えばこのように赤外線カメラにより捉えられた車両周辺の画像から、車両との衝突の可能性がある歩行者等の対象物を抽出する車両周辺監視装置には、以下に示すようなものがある。具体的に説明すると、この装置は赤外線画像を2値化処理して明部が集中している領域を探し、この領域の縦横比や充足率、更には実面積と画面上の重心位置を用いて距離を算出することで、この領域が歩行者の頭部であるか否かを判定する。そして、歩行者の頭部の領域を決定することができたら、決定した頭部領域のカメラからの距離と成人の平均身長とから、画像上の歩行者の身長を計算して歩行者の身体を包含する領域を設定し、これらの領域を他の領域と区分して表示する。これにより、赤外線画像上の歩行者の身体全体の位置を特定し、この情報を車両の運転者に対して表示することで、より効果的な視覚補助を行うことができる（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】特開平11-328364号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、赤外線画像上での歩行者は、着帽、着衣の影響や、歩行者自身の存在環境によって、2値化処理により頭部のみ、頭部の一部のみ、上半身のみ、下半身のみ、更には身体全体が抽出されるなど、その2値化形状は不定形である。また、一般的に車両走行時には、前方路面の形状の変化や、車両のピッティングの影響があり、歩行者も子供から大人（成人）まで本来とは異なる身長で検出される。

【0005】

従って、対象物の画面での重心座標が距離に対して固定化できないため、上述の従来の装置のように、身長相当の存在に基づく形状判定や頭部と胴部の存在に基づく形状判定、更には頭部のみによる形状判定を用いて歩行者の抽出を行っただけでは、車両との衝突の可能性がある歩行者等の対象物を抽出するには十分でなく、更に歩行者の特徴を用いた形状判定を行うことで、歩行者の検出精度を向上させ、安定した歩行者の抽出を行う必要があった。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、カメラにより撮影された画像から抽出される不定形な2値化対象物を的確に判定し、安定した歩行者の抽出を行う車両周辺監視装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、請求項1の発明に係わる車両周辺監視装置は、赤外線カメラ（例えば後述する実施例の赤外線カメラ2R、2L）により捉えられた画像を利用して、歩行者を認識する車両周辺監視装置であって、前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS91からステップS94）と、前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩

上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS95）と、前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴に基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段（例えば後述する実施例のステップS96、ステップS98、ステップS100）とを備えたことを特徴とする。

【0008】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線カメラで撮影された赤外線画像において、歩行者の頭部は高輝度であるという特徴に基づき、歩行者頭部領域推定手段を用いて、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する。次に、歩行者肩上方部領域推定手段を用いて、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識することができる。

【0009】

請求項2の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項1に記載の車両周辺監視装置において、前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットすることを特徴とする。

【0010】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

【0011】

請求項3の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項1、または請求項2に記載の車両周辺監視装置において、前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の腕を認識する別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS97、ステップS99）を備え、歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴に基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識することを特徴とする。

【0012】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、基準領域の左右の側方部分に設定された歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識することができる。

【0013】

請求項4の発明に係わる車両周辺監視装置は、赤外線カメラ（例えば後述する実施例の赤外線カメラ2R、2L）により捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS91からステップS94）と、前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS95）と、前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴に基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段（例えば後述する実施例のステップS96、ステップS98、ステップS100）と、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段（例えば後述する実施例の画像表示装置7）とを備えたことを特徴とする。

【0014】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線カメラで撮影された赤外線画像において、歩行者の頭部は高輝度であるという特徴に基づき、歩行者頭部領域推定手段を用いて

、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する。次に、歩行者肩上方部領域推定手段を用いて、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することで、歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

【0015】

請求項5の発明に係わる車両周辺監視装置は、赤外線カメラ（例えば後述する実施例の赤外線カメラ2R、2L）により捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS91からステップS94）と、前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS95）と、前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴に基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段（例えば後述する実施例のステップS96、ステップS98、ステップS100）と、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物に対して、警報すべき対象物であるか否かを判断する警報判定手段（例えば後述する実施例のステップS17、あるいはステップS18）と、前記警報判定手段によって警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段（例えば後述する実施例の画像表示装置7）とを備えたことを特徴とする。

【0016】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線カメラで撮影された赤外線画像において、歩行者の頭部は高輝度であるという特徴に基づき、歩行者頭部領域推定手段を用いて、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する。次に、歩行者肩上方部領域推定手段を用いて、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識すると共に、警報判定手段が、警報すべき対象物であるか否かを判断することで、警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

【0017】

請求項6の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項4、または請求項5に記載の車両周辺監視装置において、前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットすることを特徴とする。

【0018】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

【0019】

請求項7の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項4、または請求項5に記載の車両周辺監視装置において、前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の肩もしくは腕に相当すると推定される別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段を備え、前記歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴に基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識することを特徴とする。

【0020】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、基準領域の左右の側方部分に設定された歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認

識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することができる。

【0021】

請求項8の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項4から請求項7のいずれかに記載の車両周辺監視装置において、前記表示手段は、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物を強調表示することによって区別可能に表示することを特徴とする。

【0022】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、歩行者と認識された対象物を強調表示することにより、歩行者と認識されなかった対象物と区別して利用者に明確に認識させることができる。

【発明の効果】

【0023】

請求項1に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者頭部領域推定手段が歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定し、歩行者肩上方部領域推定手段が、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識することができる。

従って、対象物の画像から、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出することで、歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0024】

請求項2に記載の車両周辺監視装置によれば、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

従って、赤外線画像上の歩行者の状態に影響を受けず、歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0025】

請求項3に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識することができる。

従って、対象物の画像から、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出することに加えて、更に歩行者の特徴が顕著に現れる肩から腕に相当する領域を検出することで、より歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0026】

請求項4に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することで、歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

従って、歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物を、他の対象物と区別可能に表示することによって、歩行者形状認識手段によって認識された対象物が歩行者であることを、利用者に明確に認識させることができるという効果が得られる。

【0027】

請求項5に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対

象物を歩行者として認識すると共に、警報判定手段が、警報すべき対象物であるか否かを判断することで、警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

従って、歩行者形状認識手段によって歩行者と認識され、更に警報判定手段によって警報すべき対象物であると判定された対象物を、他の対象物と区別可能に表示することによって、歩行者形状認識手段によって認識された対象物が歩行者であり、かつ注意が必要であることを利用者に明確に認識させることができると共に、警報する必要のない歩行者については利用者に認識させないことで、利用者の注意を、注意が必要である対象物（歩行者）に集中させることができるという効果が得られる。

【0028】

請求項6に記載の車両周辺監視装置によれば、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

従って、赤外線画像上の歩行者の状態に影響を受けず、対象物を歩行者と認識する精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0029】

請求項7に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することができる。

従って、対象物の画像から、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出することに加えて、更に歩行者の特徴が顕著に現れる肩から腕に相当する領域を検出することで、より対象物を歩行者と認識する精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0030】

請求項8に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者と認識された対象物を強調表示することにより、歩行者と認識されなかった対象物と区別して利用者に明確に認識させることができる。

従って、強調表示することにより、利用者にとっては歩行者と認識された対象物がわかりやすくなるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

【実施例】

【0032】

図1は、本発明の一実施例の車両周辺監視装置の構成を示すブロック図である。

図1において、符号1は、本実施例の車両周辺監視装置を制御するC P U（中央演算装置）を備えた画像処理ユニットであって、遠赤外線を検出可能な2つの赤外線カメラ2R、2Lと当該車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ3、更に、当該車両の走行速度（車速）を検出する車速センサ4とブレーキの操作を検出するためのブレーキセンサ5が接続される。これにより、画像処理ユニット1は、車両の周辺の赤外線画像と車両の走行状態を示す信号から、車両前方の歩行者や動物等を検出し、衝突の可能性が高いと判断したときに警報を発する。

【0033】

また、画像処理ユニット1には、音声で警報を発するためのスピーカ6と、赤外線カメラ2R、2Lにより撮影された画像を表示し、衝突の危険性が高い対象物を車両の運転者に認識させるための、例えば自車両の走行状態を数字で表すメータと一体化されたメータ一体Displayや自車両のコンソールに設置されるNAV IDisplay、更にフロントウィンドウの運転者の前方視界を妨げない位置に情報を表示するHUD（Head Up

Display) 7 a 等を含む画像表示装置 7 が接続されている。

【0034】

また、画像処理ユニット 1 は、入力アナログ信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路、デジタル化した画像信号を記憶する画像メモリ、各種演算処理を行う CPU (中央演算装置)、CPU が演算途中のデータを記憶するために使用する RAM (Random Access Memory)、CPU が実行するプログラムやテーブル、マップなどを記憶する ROM (Read Only Memory)、スピーカ 6 の駆動信号、HUD 7 a 等の表示信号などを出力する出力回路を備えており、赤外線カメラ 2 R、2 L 及びヨーレートセンサ 3、車速センサ 4、ブレーキセンサ 5 の各出力信号は、デジタル信号に変換されて CPU に入力されるよう構成されている。

【0035】

また、図 2 に示すように、赤外線カメラ 2 R、2 L は、自車両 10 の前部に、自車両 10 の車幅方向中心部に対してほぼ対象な位置に配置されており、2 つの赤外線カメラ 2 R、2 L の光軸が互いに平行であって、かつ両者の路面からの高さが等しくなるように固定されている。なお、赤外線カメラ 2 R、2 L は、対象物の温度が高いほど、その出力信号レベルが高くなる（輝度が増加する）特性を有している。

また、HUD 7 a は、自車両 10 のフロントウインドウの運転者の前方視界を妨げない位置に表示画面が表示されるように設けられている。

【0036】

次に、本実施例の動作について図面を参照して説明する。

図 3 は、本実施例の車両周辺監視装置の画像処理ユニット 1 における歩行者等の対象物検出・警報動作を示すフローチャートである。

まず、画像処理ユニット 1 は、赤外線カメラ 2 R、2 L の出力信号である赤外線画像を取得して（ステップ S 1）、A/D 変換し（ステップ S 2）、グレースケール画像を画像メモリに格納する（ステップ S 3）。なお、ここでは赤外線カメラ 2 R により右画像が得られ、赤外線カメラ 2 L により左画像が得られる。また、右画像と左画像では、同一の対象物の表示画面上の水平位置がずれて表示されるので、このずれ（視差）によりその対象物までの距離を算出することができる。

【0037】

ステップ S 3 においてグレースケール画像が得られたら、次に、赤外線カメラ 2 R により得られた右画像を基準画像とし、その画像信号の 2 値化処理、すなわち、輝度閾値 ITH より明るい領域を「1」（白）とし、暗い領域を「0」（黒）とする処理を行う（ステップ S 4）。

図 4 (a) は、赤外線カメラ 2 R により得られたグレースケール画像を示し、これに 2 値化処理を行うことにより、図 4 (b) に示すような画像を得る。なお、図 4 (b) において、例えば P1 から P4 の枠で囲った物体を、表示画面上に白色として表示される対象物（以下「高輝度領域」という）とする。

赤外線画像から 2 値化された画像データを取得したら、2 値化した画像データをランレンジングデータに変換する処理を行う（ステップ S 5）。ランレンジングデータにより表されるラインは、2 値化により白となった領域を画素レベルで示したもので、いずれも y 方向には 1 画素の幅を有しており、また x 方向にはそれぞれランレンジングデータを構成する画素の長さを有している。

【0038】

次に、ランレンジングデータに変換された画像データから、対象物のラベリングをする（ステップ S 6）ことにより、対象物を抽出する処理を行う（ステップ S 7）。すなわち、ランレンジングデータ化したラインのうち、y 方向に重なる部分のあるラインを 1 つの対象物とみなすことにより、例えば図 4 (b) に示す高輝度領域 P1 から P4 が、それぞれ対象物（2 値化対象物）として把握されることになる。

対象物の抽出が完了したら、次に、抽出した対象物の重心 G、面積 S 及び外接四角形の縦横比 A S P E C T を算出する（ステップ S 8）。

【0039】

ここで、面積Sは、ラベルAの対象物のランレンジングデータを($x[i]$ 、 $y[i]$ 、 $run[i]$ 、 A) ($i = 0, 1, 2, \dots, N-1$) とすると、ランレンジングデータの長さ($run[i] - 1$)を同一対象物(N個のランレンジングデータ)について積算することにより算出する。また、対象物Aの重心Gの座標(x_c 、 y_c)は、各ランレンジングデータの長さ($run[i] - 1$)と各ランレンジングデータの座標 $x[i]$ 、または $y[i]$ とをそれぞれ掛け合わせ、更にこれを同一対象物について積算したものを、面積Sで割ることにより算出する。

更に、縦横比A S P E C Tは、対象物の外接四角形の縦方向の長さ D_y と横方向の長さ D_x との比 D_y / D_x として算出する。

なお、ランレンジングデータは画素数(座標数) ($= run[i]$) で示されているので、実際の長さは「-1」する(1を減算する)必要がある ($= run[i] - 1$)。また、重心Gの位置は、外接四角形の重心位置で代用してもよい。

【0040】

対象物の重心、面積、外接四角形の縦横比が算出できたら、次に、対象物の時刻間追跡、すなわちサンプリング周期毎の同一対象物の認識を行う(ステップS9)。時刻間追跡は、アナログ量としての時刻 t をサンプリング周期で離散化した時刻を k とし、例えば時刻 k で対象物A、Bを抽出したら、時刻($k+1$)で抽出した対象物C、Dと対象物A、Bとの同一性判定を行う。そして、対象物A、Bと対象物C、Dとが同一であると判定されたら、対象物C、Dをそれぞれ対象物A、Bというラベルに変更することにより、時刻間追跡が行われる。

また、このようにして認識された各対象物の(重心の)位置座標は、時系列位置データとしてメモリに格納され、後の演算処理に使用される。

【0041】

なお、以上説明したステップS4～S9の処理は、2値化した基準画像(本実施例では、右画像)について実行する。

次に、車速センサ4により検出される車速V C A R及びヨーレートセンサ3より検出されるヨーレートY Rを読み込み、ヨーレートY Rを時間積分することにより、自車両10の回頭角 θ_r を算出する(ステップS10)。

【0042】

一方、ステップS9とステップS10の処理に平行して、ステップS11～S13では、対象物と自車両10との距離 z を算出する処理を行う。この演算はステップS9、及びステップS10より長い時間を要するため、ステップS9、S10より長い周期(例えばステップS1～S10の実行周期の3倍程度の周期)で実行される。

まず、基準画像(右画像)の2値化画像によって追跡される対象物の中の1つを選択することにより、右画像から探索画像R1(ここでは、外接四角形で囲まれる領域全体を探索画像とする)を抽出する(ステップS11)。

【0043】

次に、左画像中から探索画像R1に対応する画像(以下「対応画像」という)を探索する探索領域を設定し、相関演算を実行して対応画像を抽出する(ステップS12)。具体的には、探索画像R1の各頂点座標に応じて、左画像中に探索領域R2を設定し、探索領域R2内で探索画像R1との相関の高さを示す輝度差分総和値C(a, b)を算出し、この総和値C(a, b)が最小となる領域を対応画像として抽出する。なお、この相関演算は、2値化画像ではなくグレースケール画像を用いて行う。

また同一対象物についての過去の位置データがあるときは、その位置データに基づいて探索領域R2より狭い領域R2aを探索領域として設定する。

【0044】

ステップS12の処理により、基準画像(右画像)中に探索画像R1と、左画像中にこの対象物に対応する対応画像R4とが抽出されるので、次に、探索画像R1の重心位置と対応画像R4の重心位置と視差量 Δd (画素数)を求め、これから自車両10と対象物と

の距離 z を算出する（ステップS13）。

次に、ステップS10における回頭角 θ_r の算出と、ステップS13における対象物との距離算出が完了したら、画像内の座標（ x, y ）及び距離 z を実空間座標（ X, Y, Z ）に変換する（ステップS14）。

ここで、実空間座標（ X, Y, Z ）は、図2に示すように、赤外線カメラ2R、2Lの取り付け位置の中点の位置（自車両10に固定された位置）を原点Oとして、図示のように定め、画像内の座標は、画像の中心を原点として水平方向を x 、垂直方向を y と定めている。

【0045】

また、実空間座標が求められたら、自車両10が回頭することによる画像上の位置ずれを補正するための回頭角補正を行う（ステップS15）。回頭角補正是、時刻 k から（ $k+1$ ）までの期間中に自車両10が例えば左方向に回頭角 θ_r だけ回頭すると、カメラによって得られる画像上では、画像の範囲が Δx だけ x 方向にずれるので、これを補正する処理である。

なお、以下の説明では、回頭角補正後の座標を（ X, Y, Z ）と表示する。

【0046】

実空間座標に対する回頭角補正が完了したら、次に、同一対象物について、 ΔT のモニタ期間内に得られた、回頭角補正後のN個（例えば $N=10$ 程度）の実空間位置データ、すなわち時系列データから、対象物と自車両10との相対移動ベクトルに対応する近似直線LMVを求める。

次いで、最新の位置座標 $P(0) = (X(0), Y(0), Z(0))$ と、（ $N-1$ ）サンプル前（時間 ΔT 前）の位置座標 $P(N-1) = (X(N-1), Y(N-1), Z(N-1))$ を近似直線LMV上の位置に補正し、補正後の位置座標 $P_v(0) = (X_v(0), Y_v(0), Z_v(0))$ 及び $P_v(N-1) = (X_v(N-1), Y_v(N-1), Z_v(N-1))$ を求める。

【0047】

これにより、位置座標 $P_v(N-1)$ から $P_v(0)$ に向かうベクトルとして、相対移動ベクトルが得られる（ステップS16）。

このようにモニタ期間 ΔT 内の複数（N個）のデータから対象物の自車両10に対する相対移動軌跡を近似する近似直線を算出して相対移動ベクトルを求ることにより、位置検出誤差の影響を軽減して対象物との衝突の可能性をより正確に予測することが可能となる。

【0048】

また、ステップS16において、相対移動ベクトルが求められたら、次に、検出した対象物との衝突の可能性を判定する警報判定処理を行う（ステップS17）。なお、警報判定処理については、詳細を後述する。

ステップS17において、自車両10と検出した対象物との衝突の可能性がないと判定された場合（ステップS17のNO）、ステップS1へ戻り、上述の処理を繰り返す。

また、ステップS17において、自車両10と検出した対象物との衝突の可能性があると判定された場合（ステップS17のYES）、ステップS18の警報出力判定処理へ進む。

【0049】

ステップS18では、ブレーキセンサ5の出力BRから自車両10の運転者がブレーキ操作を行っているか否かを判別することにより、警報出力判定処理、すなわち警報出力を行うか否かの判定を行う（ステップS18）。

もし、自車両10の運転者がブレーキ操作を行っている場合には、それによって発生する加速度 G_s （減速方向を正とする）を算出し、この加速度 G_s が所定閾値GTHより大きいときは、ブレーキ操作により衝突が回避されると判定して警報出力判定処理を終了し（ステップS18のNO）、ステップS1へ戻り、上述の処理を繰り返す。

これにより、適切なブレーキ操作が行われているときは、警報を発しないようにして、

運転者に余計な煩わしさを与えないようにすることができる。

【0050】

また、加速度G_sが所定閾値G_{TH}以下であるとき、または自車両10の運転者がブレーキ操作を行っていなければ、直ちにステップS19の処理へ進み（ステップS18のYES）、対象物と接触する可能性が高いので、スピーカ6を介して音声による警報を発する（ステップS19）とともに、画像表示装置7に対して、例えば赤外線カメラ2Rにより得られる画像を出力し、接近してくる対象物を自車両10の運転者に対する強調映像として表示する（ステップS20）。

なお、所定閾値G_{TH}は、ブレーキ操作中の加速度G_sがそのまま維持された場合に、対象物と自車両10との距離Z_v（0）以下の走行距離で自車両10が停止する条件に対応する値である。また、接近してくる対象物を、自車両10の運転者に対する強調映像として画像表示装置7に表示する方法としては、具体的には、該当する対象物を枠で囲んで表示したり、その輪郭を濃く（強く）表示したり、その色を変えて表示したりする方法等がある。

【0051】

以上が、本実施例の車両周辺監視装置の画像処理ユニット1における対象物検出・警報動作であるが、次に、図5に示すフローチャートを参照して、図3に示したフローチャートのステップS17における警報判定処理について更に詳しく説明する。

図5は、本実施例の警報判定処理を示すフローチャートである。

警報判定処理は、以下に示す衝突判定処理、接近判定領域内か否かの判定処理、進入衝突判定処理、歩行者判定処理、及び人工構造物判定処理により、自車両10と検出した対象物との衝突の可能性を判定する処理である。以下、図6に示すように、自車両10の進行方向に対してほぼ90°の方向から、速度V_pで進行してくる対象物20がいる場合を例に取って説明する。

【0052】

図5において、まず、画像処理ユニット1は衝突判定処理を行う（ステップS31）。衝突判定処理は、図6において、対象物20が時間△Tの間に距離Z_v（N-1）から距離Z_v（0）に接近した場合に、自車両10とのZ方向の相対速度V_sを求め、両者が高さH以内で相対速度V_sを維持して移動すると仮定して、余裕時間T以内に両者が衝突するか否かを判定する処理である。ここで、余裕時間Tは、衝突の可能性を予測衝突時刻より時間Tだけ前に判定することを意図したものである。従って、余裕時間Tは例えば2～5秒程度に設定される。またHは、高さ方向の範囲を規定する所定高さであり、例えば自車両10の車高の2倍程度に設定される。

【0053】

次に、ステップS31において、余裕時間T以内に自車両10と対象物とが衝突する可能性がある場合（ステップS31のYES）、更に判定の信頼性を上げるために、画像処理ユニット1は対象物が接近判定領域内に存在するか否かの判定処理を行う（ステップS32）。接近判定領域内か否かの判定処理は、図7に示すように、赤外線カメラ2R、2Lで監視可能な領域を太い実線で示す外側の三角形の領域AR0とすると、領域AR0内の、Z₁=V_s×Tより自車両10に近い領域であって、対象物が自車両10の車幅 α の両側に余裕 β （例えば50～100cm程度とする）を加えた範囲に対応する領域AR1、すなわち対象物がそのまま存在し続ければ自車両10との衝突の可能性がきわめて高い接近判定領域AR1内に存在するか否かを判定する処理である。なお、接近判定領域AR1も所定高さHを有する。

【0054】

更に、ステップS32において、対象物が接近判定領域内に存在しない場合（ステップS32のNO）、画像処理ユニット1は対象物が接近判定領域内へ進入して自車両10と衝突する可能性があるか否かを判定する進入衝突判定処理を行う（ステップS33）。進入衝突判定処理は、上述の接近判定領域AR1よりX座標の絶対値が大きい（接近判定領域の横方向外側の）領域AR2、AR3を進入判定領域と呼び、この領域内にある対象物

が、移動することにより接近判定領域A R 1 に進入すると共に自車両1 0 と衝突するか否かを判定する処理である。なお、進入判定領域A R 2 、A R 3 も所定高さHを有する。

【0055】

一方、ステップS 3 2において、対象物が接近判定領域内に存在している場合（ステップS 3 2のYES）、画像処理ユニット1は対象物が歩行者の可能性があるか否かを判定する歩行者判定処理を行う（ステップS 3 4）。なお、歩行者判定処理については、詳細を後述する。

また、ステップS 3 4において、対象物は歩行者の可能性があると判定された場合（ステップS 3 4のYES）、更に判定の信頼性を上げるために、対象物が人工構造物であるか否かを判定する人工構造物判定処理を行う（ステップS 3 5）。人工構造物判定処理は、対象物画像に、例えば以下に示すような歩行者にはあり得ない特徴が検出された場合、該対象物を人工構造物と判定し、警報の対象から除外する処理である。

- (1) 対象物の画像に直線エッジを示す部分が含まれる場合。
- (2) 対象物の画像の角が直角である場合。
- (3) 対象物の画像に同じ形状のものが複数含まれている場合。
- (4) 対象物の画像が予め登録された人口構造物の形状と一致する場合。

【0056】

従って、上述のステップS 3 3において、対象物が接近判定領域内へ進入して自車両1 0 と衝突する可能性がある場合（ステップS 3 3のYES）、及びステップS 3 5において、歩行者の可能性があると判定された対象物が人工構造物でなかった場合（ステップS 3 5のNO）、画像処理ユニット1は、自車両1 0 と検出した対象物との衝突の可能性がある（警報の対象である）と判定し（ステップS 3 6）、図3に示すステップS 1 7のYESとしてステップS 1 8へ進み、警報出力判定処理（ステップS 1 8）を行う。

【0057】

一方、上述のステップS 3 1において、余裕時間T以内に自車両1 0 と対象物とが衝突する可能性がない場合（ステップS 3 1のNO）、あるいはステップS 3 3において、対象物が接近判定領域内へ進入して自車両1 0 と衝突する可能性がない場合（ステップS 3 3のNO）、あるいはステップS 3 4において、対象物は歩行者の可能性がないと判定された場合（ステップS 3 4のNO）、更にはステップS 3 5において、歩行者の可能性があると判定された対象物が人工構造物であった場合（ステップS 3 5のYES）のいずれかであった場合は、画像処理ユニット1は、自車両1 0 と検出した対象物との衝突の可能性がない（警報の対象ではない）と判定し（ステップS 3 7）、図3に示すステップS 1 7のNOとしてステップS 1へ戻り、歩行者等の対象物検出・警報動作を繰り返す。

【0058】

次に、図8から図1 3に示すフローチャートを参照して、図5に示したフローチャートのステップS 3 4における歩行者判定処理について更に詳しく説明する。図8から図1 3は、本実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

図8において、まず、画像処理ユニット1は、図3に示したフローチャートのステップS 8において算出された2値化対象物の重心G（x c、y c）（図1 4に示す2値化対象物の重心G 1 0 0）、面積S（図1 4に示す2値化対象物面積S 1 0 1）、更に対象物の外接四角形の縦横比A S P E C T、及びステップS 1 3において算出された自車両1 0 と対象物との距離zに加えて、図1 4に示す2値化対象物の外接四角形の高さh bと幅w b、及び外接四角形重心座標（x b、y b）（図1 4に示す外接四角形重心1 0 2）の値を利用して、実空間での2値化対象物の形状の特徴を示す2値化対象物形状特徴量を算出する（ステップS 4 1）。なお、求める2値化対象物形状特徴量は、カメラの基線長D[m]、カメラ焦点距離f[m]、画素ピッチp[m/pixel]、及び左右映像の相関演算によって算出される視差量△d[pixel]を用いて算出する。

【0059】

具体的には、外接四角形と対象物面積の比率R a t eは、

$$R a t e = S / (h b \times w b) \quad \dots (1)$$

外接四角形の縦横比 A S P E C T を表す A s p は、

$$A s p = h b / w b \quad \dots \quad (2)$$

自車両 10 と対象物との距離 z は、

$$z = (f \times D) / (\Delta d \times p) \quad \dots \quad (3)$$

と表されるので、

実空間における 2 値化対象物の幅 $\Delta W b$ や高さ $\Delta H b$ は、

$$\Delta W b = w b \times z \times p / f$$

$$\Delta H b = h b \times z \times p / f \quad \dots \quad (4)$$

【0060】

2 値化対象物の重心座標 (X c, Y c, Z c) は、

$$X c = x c \times z \times p / f$$

$$Y c = y c \times z \times p / f$$

$$Z c = z \quad \dots \quad (5)$$

対象物外接四角形重心座標 (X b, Y b, Z b) は、

$$X b = x b \times z \times p / f$$

$$Y b = y b \times z \times p / f$$

$$Z b = z \quad \dots \quad (6)$$

2 値化対象物の上端位置座標 (X t, Y t, Z t) は、

$$X t = x b \times z \times p / f$$

$$Y t = y b \times z \times p / f - \Delta H b / 2$$

$$Z t = z \quad \dots \quad (7)$$

で算出することができる。

【0061】

次に、図 3 に示したフローチャートのステップ S 3 において取得されたグレースケール画像を用いて、ステップ S 7 において抽出された 2 値化対象物を含むグレースケール画像上の対象物の高さを求める (ステップ S 4 2)。グレースケール画像上の対象物の高さの求め方は、所定の大きさのマスク領域を、2 値化対象物外接四角形の上端から複数個並べてグレースケール画像上に設定し、マスク領域内の輝度変化が大きく (対象物と背景画像とが含まれている)、かつ左右の画像間のマスク領域の相関度が高い (マスク領域内に 2 つ以上の対象物が存在しない) と共に、更に 2 値化対象物と同距離 (同視差) であるマスク領域を包含する領域をグレースケール対象物の領域として抽出する。

そして、画像上でのグレースケール対象物の領域の高さ $H e i g h t$ (pixel) を算出し、(8) 式によりグレースケール対象物の高さ $\Delta H g$ を算出する。

$$\Delta H g = z \times H e i g h t \times p / f \quad \dots \quad (8)$$

【0062】

また、図 15 に示すように、画像上でのグレースケール対象物の領域を AREA 0 とし、その中にマスク領域 AREA 1、AREA 2、AREA 3 を設定し、各マスクの輝度平均値と、輝度変化 (分散) を算出する (ステップ S 4 3)。ここで、AREA 1 の輝度平均値を $A v e_A 1$ 、AREA 2 の輝度分散を $V a r_A 2$ 、AREA 3 の輝度分散を $V a r_A 3$ とする。なお、以下の処理において、AREA 1 は対象物の頭の存在判定に、AREA 2 は対象物の胴体の存在判定に、更に AREA 3 は頭部から下半身にかけての形状変化の存在判定にそれぞれ使用する。また、AREA 3 は、例えば壁のような自らは発熱せずに外部より与えられた熱のみを蓄熱する蓄熱体であって、単調な輝度変化を示す対象物の一部が 2 値化処理により抽出された場合、これを歩行者と識別するために用いる。なお、図 15 はカメラで捉えられた歩行者を模式的に表したもので、斜線の領域が 2 値化で捉えられた対象物の部位であり、点線で囲まれた領域が 2 値化では捉えられていないが、グレースケール画像で背景に対して物体の存在が確認できる対象物の部位を表す。また、図 15 に示した各部の寸法は、実空間での各部の寸法の一例である。

【0063】

以下、図 8 から図 13 に示すフローチャートに沿って、更に具体的に 2 値化対象物の形

状による歩行者判定及びグレースケール画像の各マスク領域の輝度分散を利用した歩行者判定について説明する。

まず、画像処理ユニット1は、2値化対象物の高さ、幅、存在高さ、輝度平均値、輝度分散について、歩行者として適当な範囲内の値か否かを判定する。

具体的には、歩行者を対象とするため、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値TH1以上TH2以下（歩行者の幅として適当な値）か否かを判定する（ステップS44）。

ステップS44において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値TH1以上TH2以下であった場合（ステップS44のYES）、2値化対象物の高さ ΔH_b が閾値TH3（歩行者の高さとして適当な値）未満で、かつグレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値TH4（歩行者の高さとして適当な値）未満か否かを判定する（ステップS45）。

【0064】

ステップS45において、2値化対象物の高さ ΔH_b が閾値TH3未満で、かつグレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値TH4未満であった場合（ステップS45のYES）、路面からの対象物の上端高さ位置 Y_t が閾値TH5（歩行者の高さとして適当な値）未満か否かを判定する（ステップS46）。

また、ステップS46において、路面からの対象物の上端高さ位置 Y_t が閾値TH5未満であった場合（ステップS46のYES）、マスク領域AREA3の輝度分散Var_A3が閾値TH6より大きいか否かを判定する（ステップS47）。この処理を、図16の対象物が歩行者の一部あるいは全体である場合や壁の場合のマスク領域AREA3の輝度分散を示した図を用いて説明する。

【0065】

具体的には、マスク領域AREA3の領域幅を2値化対象物幅として、図16(a)に示すように、歩行者の頭部のみが2値化処理により抽出された場合は、下半身部位との輝度差が生じる。また、図16(b)に示すように、少なくとも歩行者の上半身、または全身が2値化処理により抽出された場合には、背景領域（画像）との輝度差が生じる。一方、図16(c)に示すように、壁のように対象物全体の温度差が少ない対象物の場合、2値化抽出部位とそうでない部位の輝度差は少なく、また、対象物はAREA3のように直線部位で構成されている。このため、AREA3の輝度分散Var_A3は、歩行者の場合には高い値、壁のような対象物の場合には低い値を示す。

従って、ステップS47では、マスク領域AREA3の輝度分散Var_A3が閾値TH6より大きいか否かを判定することで、対象物が歩行者であるか否かを判定する。

【0066】

更に、ステップS47において、マスク領域AREA3の輝度分散Var_A3が閾値TH6より大きかった場合（ステップS47のYES）、対象物形状の時間変化による歩行者判定を行う。

具体的には、歩行者の2値化対象物を対象とするため、2値化対象物形状が時間的に大きく変化することはないと考えられる。このため、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるRateの最大値Max_Rateと最小値Min_Rateの差分が閾値TH7未満であるか否かを判定する（ステップS48）。

【0067】

また、ステップS48において、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるRateの最大値Max_Rateと最小値Min_Rateの差分が閾値TH7未満であった場合（ステップS48のYES）、次に、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在するか否かを判定する（ステップS48-1）。

更に、ステップS48-1において、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在する場合（ステップS48-1のYES）、次に、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かを判定する（ステップS48-2）。

【0068】

なお、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の頭、または肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法（ステップS48-1及びステップS48-2）については、詳細を後述する。

【0069】

一方、ステップS44において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値TH1未満か、またはTH2より大きかった場合（ステップS44のNO）、あるいはステップS45において、2値化対象物の高さ ΔH_b が閾値TH3以上か、またはグレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値TH4以上であった場合（ステップS45のNO）、あるいはステップS46において、路面からの対象物の上端高さ位置 Y_t が閾値TH5以上であった場合（ステップS46のNO）、あるいはステップS47において、マスク領域AREA3の輝度分散が閾値TH6以下であった場合（ステップS47のNO）のいずれかであった場合は、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS49）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0070】

同様に、ステップS48において、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるRateの最大値Max_Rateと最小値Min_Rateの差分（Max_Rate-Min_Rate）が閾値TH7以上であった場合（ステップS48のNO）、あるいはステップS48-1において、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在しない場合（ステップS48-1のNO）、あるいはステップS48-2において、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在しない場合（ステップS48-2のNO）のいずれかであった場合は、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS49）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0071】

また、ステップS48-2において、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在する場合（ステップS48-2のYES）、次に、画像処理ユニット1は、更に詳細に抽出された対象物の形状毎の歩行者判定を行う。

具体的には、まず、路面からの対象物の上端高さ位置 Y_t が閾値TH8（歩行者の上半身と下半身を区別できる高さとして適当な値）より大きいか否かを判定する（ステップS50）。

ステップS50において、路面からの対象物の上端高さ位置 Y_t が閾値TH8以下であった場合（ステップS50のNO）、図9のステップS51へ進み、歩行者の下半身であるか、座った歩行者として、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値TH9（歩行者の胴体幅として適当な値）以下か否かを判定する（ステップS51）。

【0072】

図9は、2値化処理によって下半身が抽出されたか、座っている歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップS51において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値TH9以下であった場合（ステップS51のYES）、対象物が座った歩行者であるか否かを判定するために、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値TH10（歩行者の高さとして適当な値）未満か否かを判定する（ステップS52）。

【0073】

ステップS52において、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値TH10以上であった場合（ステップS52のNO）、この対象物が歩行者の胴体または、下半身に相当すると仮定し、上部に頭部が存在するか否かの判定のため、図15に示す上部のマスク領域AREA1の輝度平均値 Ave_A1 が閾値TH11より大きいか否かを判定する（ステップS53）。

ステップS53において、マスク領域AREA1の輝度平均値 Ave_A1 が閾値TH11より大きかった場合（ステップS53のYES）、更に胴体部位は衣服の影響により

熱を発散しにくい場合が有るため、グレースケール画像上で輝度パターンがある対象物として、マスク領域AREA2の輝度分散Var_A2が閾値TH18より大きいか否かを判定する（ステップS53-1）。

そして、ステップS53-1において、マスク領域AREA2の輝度分散Var_A2が閾値TH18より大きかった場合（ステップS53-1のYES）、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップS54）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のYESとして図5のステップS35へ進み、人工構造物判定を行う。

【0074】

一方、ステップS51において、2値化対象物の幅△Wbが閾値TH9より大きかった場合（ステップS51のNO）、またはステップS53において、マスク領域AREA1の輝度平均値Ave_A1が閾値TH11以下であった場合（ステップS53のNO）、更にはステップS53-1において、マスク領域AREA2の輝度分散Var_A2が閾値TH18以下であった場合（ステップS53-1のNO）のいずれかであった場合、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS55）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0075】

また、ステップS52において、グレースケール対象物の高さ△Hgが閾値TH10未満であった場合（ステップS52のYES）、この対象物は座った歩行者であるとみなし、2値化対象物の路面からの対象物の上端高さ位置Ytが閾値TH12（座った歩行者と立っている歩行者を区別できる高さとして適当な値）より大きいか否かを判定する（ステップS56）。

ステップS56において、2値化対象物の路面からの対象物の上端高さ位置Ytが閾値TH12よりも大きかった場合（ステップS56のYES）、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが、閾値TH13以上TH14以下（歩行者として適当な値）か否かを判定する（ステップS57）。

【0076】

ステップS57において、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが閾値TH13以上TH14以下であった場合（ステップS57のYES）、（9）式で表される外接四角形重心102と2値化対象物の重心G100との実空間での距離Dis_cが閾値TH15（歩行者として適当な値）未満か否かを判定する（ステップS58）。

$$Dis_c = \sqrt{((X_b - X_c)^2 + (Y_b - Y_c)^2)} \quad \dots \quad (9)$$

ステップS58において、距離Dis_cが閾値TH15未満であった場合（ステップS58のYES）、例えば△Wbが1.0m以下で、△Hgが1.0m未満の対象物には歩行者以外の対象物、具体的には車輌の前部などが含まれるため、2値化対象物の上部マスク領域AREA1において、予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在するか否かを判定する（ステップS59）。

【0077】

ステップS59において、2値化対象物の上部マスク領域AREA1に予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在する場合（ステップS59のYES）、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップS54）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のYESとして図5のステップS35へ進み、人工構造物判定を行う。

【0078】

一方、ステップS56において、2値化対象物の路面からの対象物の上端高さ位置Ytが閾値TH12以下であった場合（ステップS56のNO）、あるいはステップS57において、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが閾値TH13未満、あるいはTH14より大きかった場合（ステップS57のNO）、あるいはステップ

S 5 8において、距離D i s _ c が閾値T H 1 5以上であった場合（ステップS 5 8のN O）、更にはステップS 5 9において、2値化対象物の上部マスク領域A R E A 1に予め登録した頭部パタンと相関度が高い部位が存在しない場合（ステップS 5 9のN O）のいずれかであった場合は、領域A R E A 0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS 5 5）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS 3 4のN Oとして図5のステップS 3 7へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0079】

また、図8のステップS 5 0において、路面からの対象物の上端高さ位置Y t が閾値T H 8（歩行者の上半身と下半身を区別できる高さとして適当な値）より大きかった場合（ステップS 5 0のY E S）、図10のステップS 6 0へ進み、対象物が空中に浮いている物体（例えば、カーブミラーのような対象物）か否かを判定するために、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値T H 1 6（上述の閾値T H 8と同じ値）より大きいか否かを判定する（ステップS 6 0）。

【0080】

図10は、2値化処理によって頭部や上半身が抽出された歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップS 6 0において、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値T H 1 6より大きかった場合（ステップS 6 0のY E S）、対象物は空中に浮いている物体ではないので、次に、対象物領域（A R E A 0）の上端部位に頭部が存在するか、あるいは胴体部位が存在するかを判定する。具体的には、まず頭部は露出しているため、マスク領域A R E A 1の輝度平均値A v e _ A 1が閾値T H 1 7より大きいか否かを判定する（ステップS 6 1）。

【0081】

ステップS 6 1において、マスク領域A R E A 1の輝度平均値A v e _ A 1が閾値T H 1 7より大きかった場合（ステップS 6 1のY E S）、胴体部位は衣服の影響により熱を発散しにくい場合が有るため、グレースケール画像上で輝度パタンがある対象物として、マスク領域A R E A 2の輝度分散V a r _ A 2が閾値T H 1 8より大きいか否かを判定する（ステップS 6 2）。

また、ステップS 6 2において、マスク領域A R E A 2の輝度分散V a r _ A 2が閾値T H 1 8より大きかった場合（ステップS 6 2のY E S）、まず頭部、あるいは上半身が2値化処理により抽出された歩行者を判定するために、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値T H 1 9（歩行者の頭部、あるいは上半身を区別できる幅として適当な値）以下か否かを判定する（ステップS 6 3）。

【0082】

次に、ステップS 6 3において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値T H 1 9より大きかった場合（ステップS 6 3のN O）、少なくとも歩行者の上半身、または全身が2値化処理により抽出された歩行者を判定するために、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値T H 9（歩行者の胴体幅として適当な値）以下か否かを判定する（ステップS 6 4）。

更に、ステップS 6 4において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値T H 9より大きかった場合（ステップS 6 4のN O）、複数の歩行者が並列歩行を行っているか否かを判定するために、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値T H 2（歩行者の胴体幅として適当な値）以下か否かを判定する（ステップS 6 5）。

【0083】

また、以上の判定では、ステップS 6 0において、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値T H 1 6以下であった場合（ステップS 6 0のN O）、あるいはステップS 6 1において、マスク領域A R E A 1の輝度平均値A v e _ A 1が閾値T H 1 7以下であった場合（ステップS 6 1のN O）、あるいはステップS 6 2において、マスク領域A R E A 2の輝度分散V a r _ A 2が閾値T H 1 8以下であった場合（ステップS 6 2のN O）、更にはステップS 6 5において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値T H 2より大きかった場合（ステップS 6 5のN O）のいずれかであった場合は、領域A R E A 0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS 6 6）歩行者判定処理を終了し、図5に示す

ステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0084】

一方、ステップS63において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値TH19以下であった場合（ステップS63のYES）、対象物は、頭部あるいは上半身が2値化処理により抽出された歩行者であるとして、図11のステップS67へ進み、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが、閾値TH20以上TH21以下（歩行者の頭部や上半身として適当な値）か否かを判定する（ステップS67）。

【0085】

図11は、2値化処理によって頭部や上半身が抽出された歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップS67において、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが閾値TH20以上TH21以下であった場合（ステップS67のYES）、前述の外接四角形重心102と2値化対象物の重心G100との実空間での距離Dis_cが閾値TH15未満か否かを判定する（ステップS68）。

ステップS68において、距離Dis_cが閾値TH15未満であった場合（ステップS68のYES）、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップS69）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のYESとして図5のステップS35へ進み、人工構造物判定を行う。

【0086】

一方、ステップS67において、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが閾値TH20未満か、またはTH21より大きかった場合（ステップS67のNO）、あるいはステップS68において、距離Dis_cが閾値TH15以上であった場合（ステップS68のNO）、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS70）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0087】

また、図10のステップS64において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値TH9以下であった場合（ステップS64のYES）、対象物は少なくとも歩行者の上半身、または全身が2値化処理により抽出された歩行者であるとして、図12のステップS71へ進み、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが、閾値TH13以上TH21以下（歩行者の上半身や全身として適当な値）か否かを判定する（ステップS71）。

【0088】

図12は、2値化処理によって上半身や全身が抽出された歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップS71において、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表すAspが閾値TH13以上TH21以下であった場合（ステップS71のYES）、前述の外接四角形重心102と2値化対象物の重心G100との実空間での距離Dis_cが閾値TH15未満か否かを判定する（ステップS72）。

【0089】

ステップS72において、距離Dis_cが閾値TH15未満であった場合（ステップS72のYES）、対象物には、歩行者以外の対象物、例えば、車両の前部などが含まれるため、2値化対象物の上部マスク領域AREA1において、予め登録した頭部パタンと相関度が高い部位が存在するか否かを判定する（ステップS73）。

ステップS73において、2値化対象物の上部マスク領域AREA1に予め登録した頭部パタンと相関度が高い部位が存在する場合（ステップS73のYES）、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップS74）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のYESとして図5のステップS35へ進み、人工構造物判定を行う。

【0090】

一方、ステップS71において、2値化対象物の外接四角形の縦横比ASPECTを表

すA s pが閾値T H 1 3未満か、または以上T H 2 1より大きかった場合（ステップS 7 1のNO）、あるいはステップS 7 2において、距離D i s _ cが閾値T H 1 5以上であった場合（ステップS 7 2のNO）、更にはステップS 7 3において、2値化対象物の上部マスク領域A R E A 1に予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在しない場合（ステップS 7 3のNO）のいずれかであった場合は、領域A R E A 0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS 7 5）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS 3 4のNOとして図5のステップS 3 7へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0091】

また、図10のステップS 6 5において、2値化対象物の幅 $\Delta W b$ が閾値T H 2以下であった場合（ステップS 6 5のY E S）、対象物は複数の歩行者が並列歩行を行っているので、対象物の外接四角形内には背景領域が多く含まれていると判断し、図13のステップS 7 6へ進み、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるR a t eが閾値T H 2 2未満か否かを判定する（ステップS 7 6）。

【0092】

図13は、対象物が複数の歩行者が並列歩行を行っている場合の処理手順が示されており、ステップS 7 6において、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるR a t eが閾値T H 2 2未満であった場合（ステップS 7 6のY E S）、2値化対象物の外接四角形の縦横比A S P E C Tを表すA s pが、閾値T H 2 3以上T H 1 4以下（歩行者の並列歩行を判断するのに適当な値）か否かを判定する（ステップS 7 7）。

【0093】

ステップS 7 7において、2値化対象物の外接四角形の縦横比A S P E C Tを表すA s pが閾値T H 2 3以上T H 1 4以下であった場合（ステップS 7 7のY E S）、前述の外接四角形重心1 0 2と2値化対象物の重心G 1 0 0との実空間での距離D i s _ cが閾値T H 1 5未満か否かを判定する（ステップS 7 8）。ステップS 7 8において、距離D i s _ cが閾値T H 1 5未満であった場合（ステップS 7 8のY E S）、領域A R E A 0に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップS 7 9）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS 3 4のY E Sとして図5のステップS 3 5へ進み、人工構造物判定を行う。

【0094】

一方、ステップS 7 6において、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるR a t eが閾値T H 2 2以上であった場合（ステップS 7 6のNO）、あるいはステップS 7 7において、2値化対象物の外接四角形の縦横比A S P E C Tを表すA s pが閾値T H 2 3未満か、またはT H 1 4より大きかった場合（ステップS 7 7のNO）、更にはステップS 7 8において、距離D i s _ cが閾値T H 1 5以上であった場合（ステップS 7 8のNO）のいずれかであった場合は、領域A R E A 0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS 8 0）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS 3 4のNOとして図5のステップS 3 7へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0095】

次に、図17から図20を参照して、図8のステップS 4 8-1及びステップS 4 8-2で示した歩行者の形状判定の方法、具体的には領域A R E A 0に捉えられた対象物に歩行者の頭、または肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法について説明する。図17は、本実施例の歩行者形状判定処理（頭部及び肩部判定処理）動作を示すフローチャートである。

【0096】

図17では、まず、歩行者頭部の存在の有無を、歩行者頭部の輝度階調は、頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという画像上の各領域（各部）の輝度の特徴を用いて検出する。すなわち、図18（a）、（b）に示すように、グレースケール画像で抽出された対象物領域A R E A 0の上部から、実空間で $x h$ [m]の領域にプロジェクシ

ヨンエリア AREA 4 を設定し（ステップ S 9 1）、縦方向の輝度プロジェクション（画素毎の輝度を縦方向に積算した積算輝度の横方向の分布）を算出し（ステップ S 9 2）、映像左上原点 O を基準にして最大ピークを示す横方向座標 x C C を検出する（ステップ S 9 3）。

【0097】

具体的には、プロジェクトエリア AREA 4 のプロジェクトは、図 18 (b) に示すようにピークを持つ特性となるので、そのピーク位置の横軸座標（点線 Line_P で示す）を、図 18 (a) に示すように、実際のプロジェクトエリア AREA 4 上で求め、映像左上原点 O を基準にして最大ピークを示す横方向座標 x C C を検出する。なお、図 18 (b) においてピーク位置を示す点線 Line_P の横軸座標と、図 18 (a) に示された点線 Line_P の横軸座標とは同一の座標を示すものとする。

【0098】

次に、図 19 (a) に示すように、ステップ S 9 3 において検出した横方向位置 x C C を基準に、歩行者の頭部位置に相当すると推定される領域に基準領域マスク Mask_C を設定する（ステップ S 9 4）と共に、その左右位置に肩上部空間に相当すると推定される対象領域マスク Mask_LT、Mask_RT を対象領域 1 として設定する（ステップ S 9 5）。

【0099】

但し、図 19 (a) において、基準領域マスク Mask_C、及び対象領域マスク Mask_LT、Mask_RT の大きさと形状は、図 19 (b) に示すように長さ Mask_w を一辺とする正方形とする。なお、長さ Mask_W、長さ W_Space は、実空間で指定された大きさを映像上に投影したサイズとする。また、対象領域マスク Mask_LT、Mask_RT は、画像上では車両に正対していない歩行者が傾斜して捉えられることを考慮して、基準領域マスク Mask_C より、例えば長さ Mask_W / 2 だけ上方にずらして配置する。

【0100】

なお、対象領域マスク Mask_LT、Mask_RT を基準領域マスク Mask_C より上方にずらして配置することで、画像の解像度に起因する実際の対象物の位置と画像上の対象物の位置との誤差に対し、対象領域マスクの配置に十分な余裕を与え、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

【0101】

そして、基準領域マスクの平均輝度 Mask_C_ave、及び対象領域マスクの平均輝度 Mask_LT_ave、Mask_RT_ave を算出すると共に、求められた各領域の平均輝度から、歩行者の頭部が存在するか否かを判定する（ステップ S 9 6）。

もし、ステップ S 9 6 において、歩行者の頭部が存在しない場合（ステップ S 9 6 の NO）、図 8 に示すステップ S 4 8-1 の NO として図 8 のステップ S 4 9 へ進み、領域 AREA 0 に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップ S 4 9）歩行者判定処理を終了する。

また、ステップ S 9 6 において、歩行者の頭部が存在する場合（ステップ S 9 6 の YES）、次のステップ S 9 7 へ進む。

【0102】

なお、ステップ S 9 6 では、具体的に画像上の各領域（各部）の輝度の特徴を比較するために、下記 (10) 式から (12) 式で示す閾値 TH24、TH25 との比較による条件を判断して、これを全て満たす場合には、頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度である歩行者頭部の輝度階調が認められるので、頭部が存在すると判定する。

「Mask_C_ave」 - 「Mask_LT_ave」 > TH24 . . . (10)

「Mask_C_ave」 - 「Mask_RT_ave」 > TH24 . . . (11)

「Mask_C_ave」 > TH25 . . . (12)

【0103】

次に、歩行者では捉えやすい肩から腕にかけての部分の存在有無を判定するために、歩

行者の左右の肩から腕にかけての部分は頭部位置と同距離に存在すると共に、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという画像上の各領域（各部）の輝度の特徴を用いて、歩行者の肩から腕にかけての部分の有無を検出する。これにより、更に歩行者検出の精度を向上させることができる。具体的には、まず図19（a）に示すように、ステップS96の頭部判定で使用した頭部左右の対象領域マスクMask_LT、Mask_RTの下方に、肩から腕にかけての部分に相当する別の対象領域マスクMask_LU、Mask_RUを対象領域2として設定する（ステップS97）。

【0104】

そして、歩行者の肩から腕にかけての部分は形状や距離が変化しやすいので、対象領域マスクMask_LT、Mask_RTと、肩から腕にかけての部分に相当する別の対象領域マスクMask_LU、Mask_RUとの相関度を比較し、歩行者の肩から腕にかけての部分が存在するか否かを判定する（ステップS98）。

もし、ステップS98において、歩行者の肩から腕にかけての部分が存在しない場合（ステップS98のNO）、図8に示すステップS48-2のNOとして図8のステップS49へ進み、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS49）歩行者判定処理を終了する。

また、ステップS98において、歩行者の肩から腕にかけての部分が存在する場合（ステップS98のYES）、次のステップS99へ進む。

【0105】

なお、ステップS98では、具体的に画像上の各領域（各部）の輝度の特徴を比較するために、対象領域マスクMask_LTと別の対象領域マスクMask_LUの相関度エラー値をError_R_L、対象領域マスクMask_RTと別の対象領域マスクMask_RUの相関度エラー値をError_R_Rとし、下記（13）式から（14）式で示す閾値TH26との比較による2つの条件を判断して、これを全て満たす場合には、肩から腕にかけての部分の存在の可能性があると判定する。但し、相関度エラー値には、SAD（Sum of Absolute difference）の平均誤差を用いるものとする。

$$「Error_R_R > TH26 \dots (13)」$$

$$「Error_R_L > TH26 \dots (14)」$$

【0106】

次に、図20に示すように、グレースケール画像で抽出された対象物領域AREA0の下方左右に2つの領域Mask_L、Mask_Rを対象領域3として設定し（ステップS99）、これらの観差（実空間距離）を左右のステレオ映像から算出する。但し、W2_Space、Mask_W1は、実空間で指定された大きさを映像上に投影したサイズである。

また、歩行者全体の距離と肩から腕にかけての部分の距離とは等しいはずであるから、この領域に歩行者の肩から腕にかけての部分が存在する場合、歩行者全体の距離とこの領域の距離とは等しいはずである。

【0107】

そこで、算出した観差をそれぞれMask_L_disparity、Mask_R_disparity、グレースケール画像での対象物の領域の観差をMask_disparityとすると、下記（15）式から（16）式で示す閾値TH27との比較による2つの条件を満たす場合には、肩から腕にかけての部分が存在する対象物が歩行者であると判定する（ステップS100）。

$$|「Mask_disparity」 - 「Mask_L_disparity」| < TH27 \dots (15)$$

$$|「Mask_disparity」 - 「Mask_R_disparity」| < TH27 \dots (16)$$

【0108】

なお、上述のステップS91からステップS96までの処理が、図8のステップS48

－1で示した歩行者の形状判定の方法、具体的には領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法に相当する。また、上述のステップS97からステップS100までの処理が、図8のステップS48-2で示した歩行者の形状判定の方法、具体的には領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法に相当する。

【0109】

なお、本実施例では、対象物検出・警報動作のステップS17～ステップS20において、歩行者と認識した対象物に対して、警報判定処理や警報判定出力処理を行って、警報出力が必要であると判定した場合に、スピーカ6を介して音声による警報を発するとともに、画像表示装置7に対して、例えば赤外線カメラ2Rにより得られる画像を出力し、接近してくる対象物を自車両10の運転者に対する強調映像として表示すると説明したが、警報判定処理や警報判定出力処理を行わずに、対象物を歩行者として認識した時点で、スピーカ6を介して音声による警報を発したり、画像表示装置7に対して、例えば赤外線カメラ2Rにより得られる画像を出力し、接近してくる対象物を自車両10の運転者に対する強調映像として表示するようにしても良い。

【0110】

また、本実施例では、画像処理ユニット1が、警報判定手段と、歩行者頭部領域推定手段と、歩行者肩上方部領域推定手段と、歩行者肩部領域推定手段と、歩行者形状認識手段とを含んでいる。より具体的には、図3において相対移動ベクトルから対象物との衝突可能性があるか否かを判定するステップS17の処理が警報判定手段に相当する。あるいは図3においてブレーキ操作時の加速度に基づいて警報出力を行うか否かを判定するステップS18の処理が警報判定手段に相当する。また、図17のステップS91からステップS94が歩行者頭部領域推定手段に相当し、図17のステップS95が歩行者肩上方部領域推定手段に相当する。また、図17のステップS97及びステップS99が歩行者肩部領域推定手段に相当し、図17のステップS96、ステップS98、ステップS100が歩行者形状認識手段に相当する。

【0111】

以上説明したように、本実施例の車両周辺監視装置は、赤外線カメラにより撮影された画像のグレースケール画像から歩行者等の対象物を2値化処理によって抽出した後、2値化対象物を含むグレースケール画像上で、歩行者頭部領域推定手段が歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定し、歩行者肩上方部領域推定手段が、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される、基準領域より上方に配置された2つの対象領域を設定する。

【0112】

これにより、まず歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識する。

【0113】

更に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識する。

【0114】

そして、歩行者全体の距離と肩から腕にかけての部分の距離とは等しいはずであるから、歩行者全体の距離と肩から腕に相当する領域の距離とを比較し、その差が所定値より小さい場合、歩行者形状認識手段は、歩行者の頭から肩に相当する領域及び肩から腕に相当する領域を含む2値化対象物が歩行者であると認識することができる。

【0115】

従って、対象物の画像から、もし赤外線画像上に歩行者が傾いて撮影されても、対象領

域に目的の領域とは異なる領域の画像が入らないように、基準領域より上方に配置された2つの対象領域を用いて、まず、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出し、次に、歩行者の特徴が顕著に現れる肩から腕に相当する領域を検出し、更に、歩行者の全体を含む領域と肩から腕に相当する領域との距離が等しいことを確認してから、歩行者の頭から肩に相当する領域及び肩から腕に相当する領域を含む2値化対象物が歩行者であると認識することで、歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0116】

また、歩行者形状認識手段が歩行者として認識した対象物と、歩行者と認識されなかつた対象物とを区別して画像表示手段7に表示することで、認識された対象物が歩行者であることを、利用者に明確に認識させることができる。特に、歩行者形状認識手段により歩行者と認識され、更に警報判定手段によって警報すべき対象物であると判定された対象物を、他の対象物と区別して表示することによって、認識された対象物が歩行者であり、かつ注意が必要であることを利用者に明確に認識させることができると共に、警報する必要のない歩行者については利用者に認識させないことで、利用者の注意を、注意が必要である対象物（歩行者）に集中させることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図1】本発明の一実施例の車両周辺監視装置の構成を示すブロック図である。

【図2】車両における赤外線カメラやセンサ、ディスプレイ等の取り付け位置を示す図である。

【図3】同実施例の車両周辺監視装置の対象物検出・警報動作を示すフローチャートである。

【図4】赤外線カメラにより得られるグレースケール画像とその2値化画像を示す図である。

【図5】同実施例の警報判定処理動作を示すフローチャートである。

【図6】衝突が発生しやすい場合を示す図である。

【図7】車両前方の領域区分を示す図である。

【図8】同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図9】同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図10】同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図11】同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図12】同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図13】同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図14】同実施例の2値化対象物形状特徴量について示す図である。

【図15】同実施例のマスク領域設定について示す図である。

【図16】対象物が歩行者の一部あるいは全体である場合や、壁の場合のマスク領域AREA3の輝度分散を示した図である。

【図17】同実施例の歩行者形状判定処理（頭部及び肩部判定処理）動作を示すフローチャートである。

【図18】同実施例のプロジェクション算出処理を示す図である。

【図19】同実施例の頭部及び肩部判定処理を示す図である。

【図20】同実施例の肩部判定処理を示す図である。

【符号の説明】

【0118】

1 画像処理ユニット

2 R、2 L 赤外線カメラ

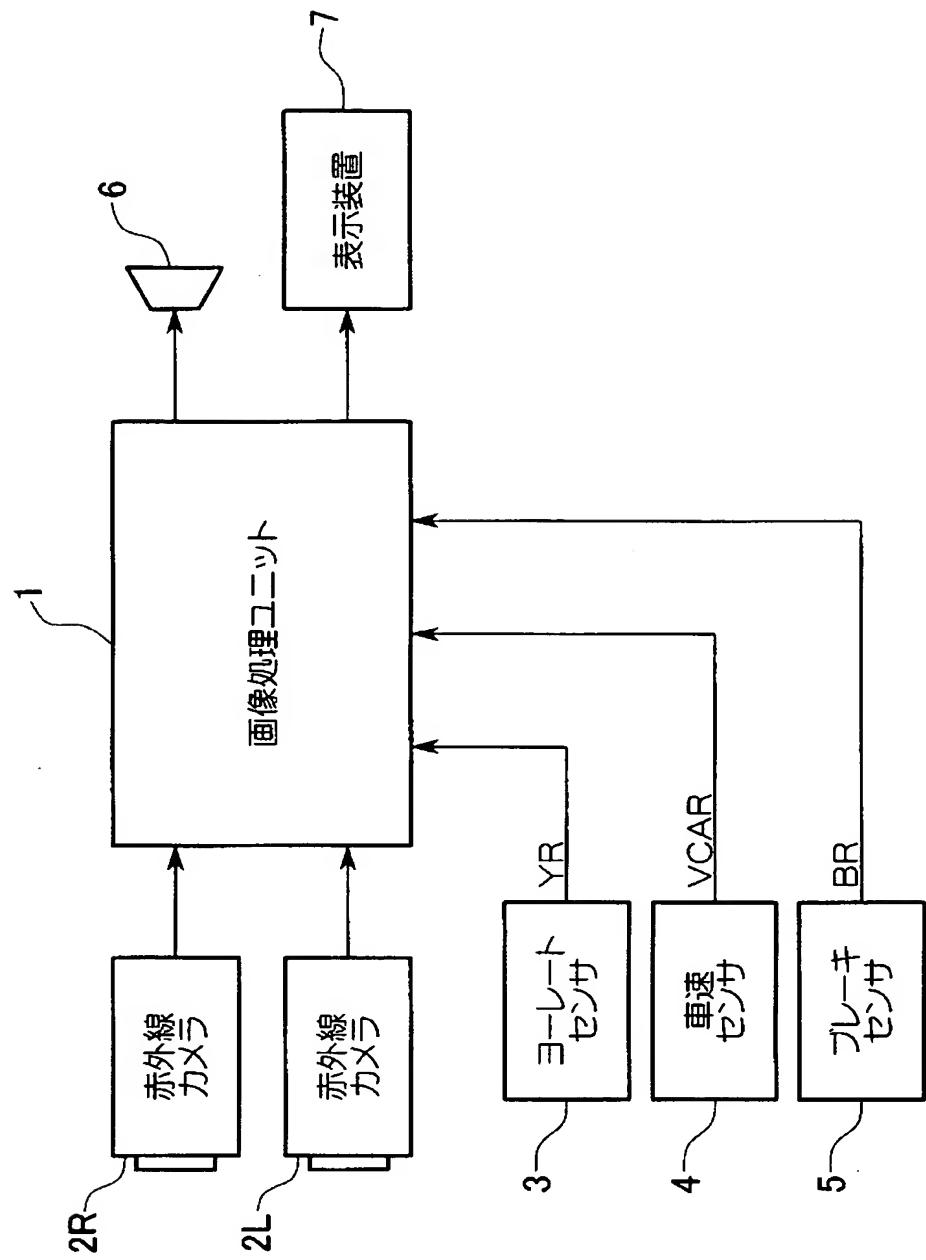
3 ヨーレートセンサ

4 車速センサ

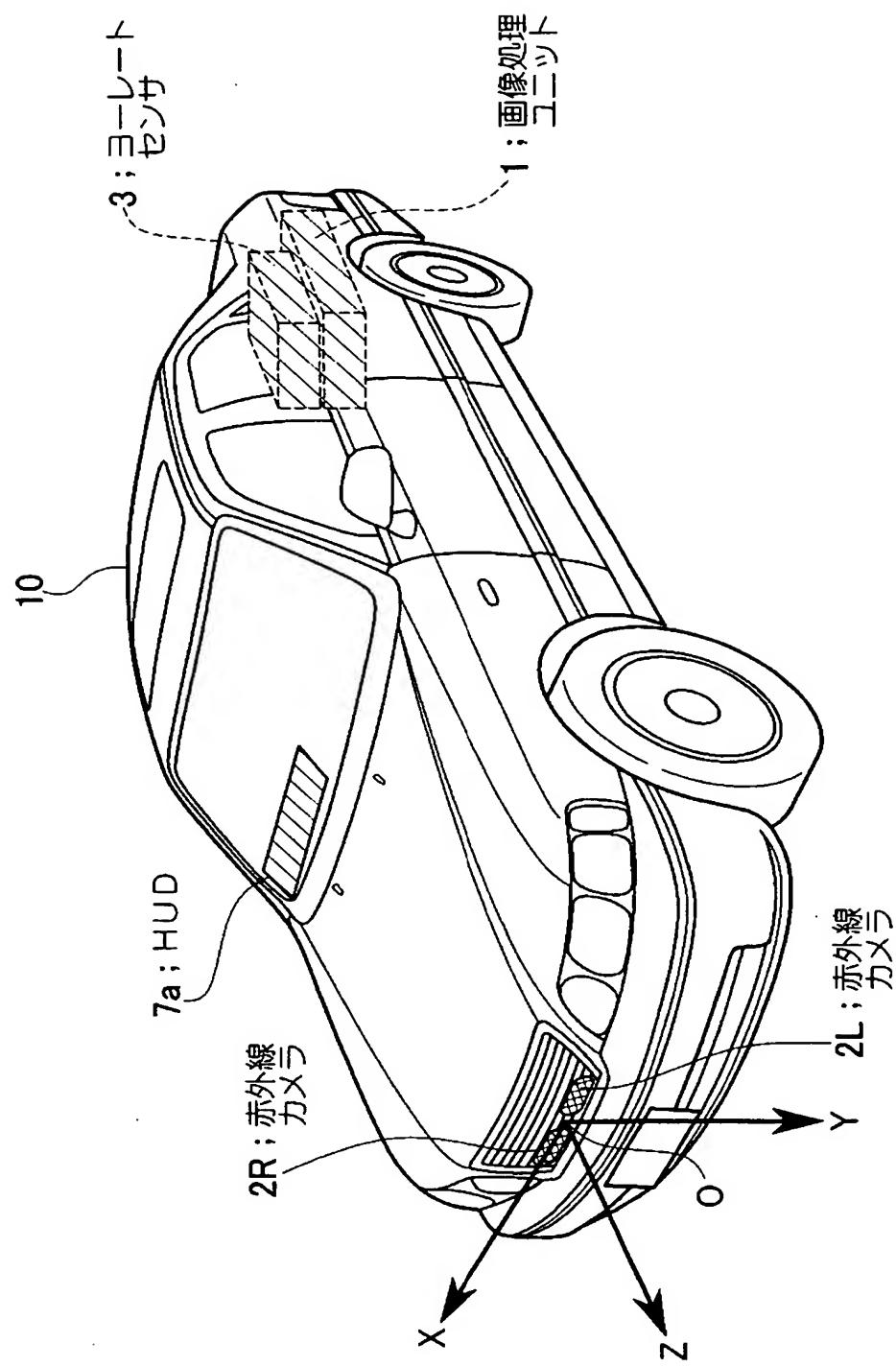
5 ブレーキセンサ

6 スピーカ
7 画像表示装置（表示手段）
10 自車両
S17、S18 警報判定手段
S91～S94 歩行者頭部領域推定手段
S95 歩行者肩上方部領域推定手段
S97、S99 歩行者肩部領域推定手段
S96、S98、S100 歩行者形状認識手段

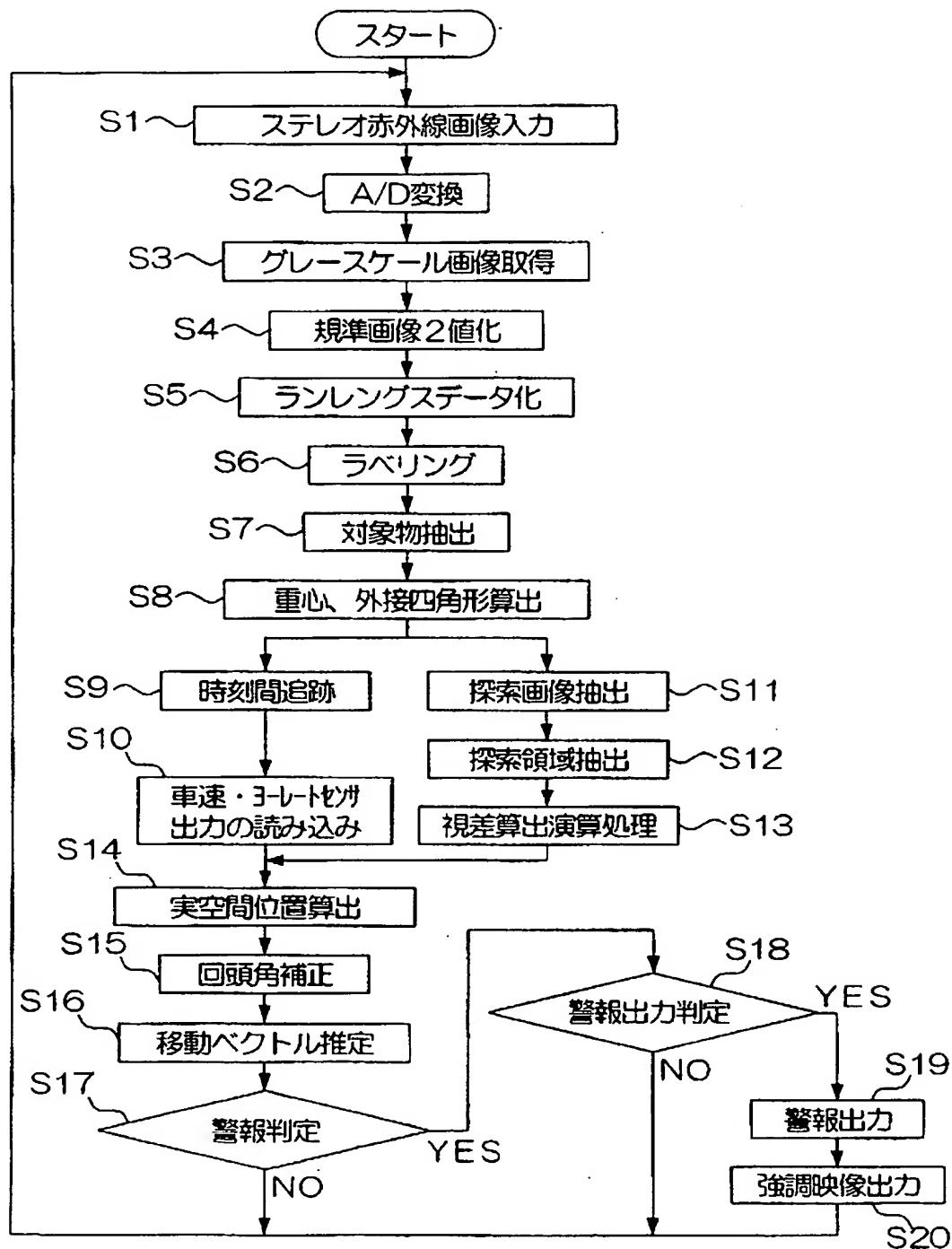
【書類名】 図面
【図 1】



【図2】



【図3】

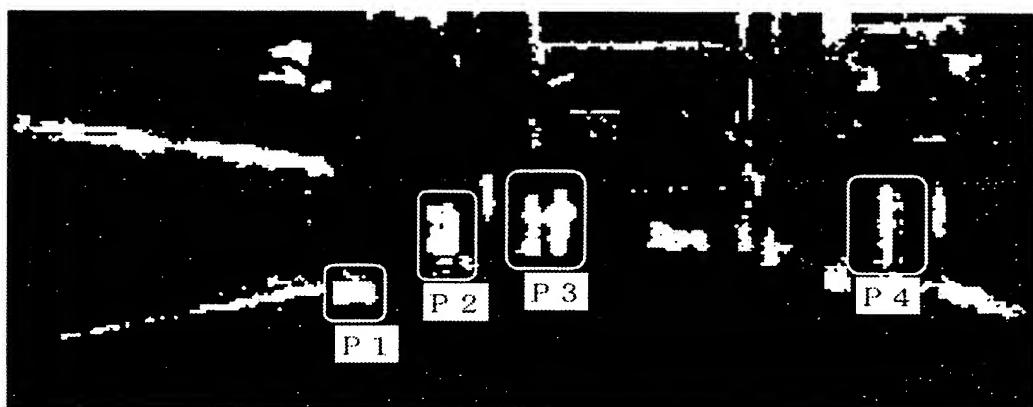


【図 4】

(a)

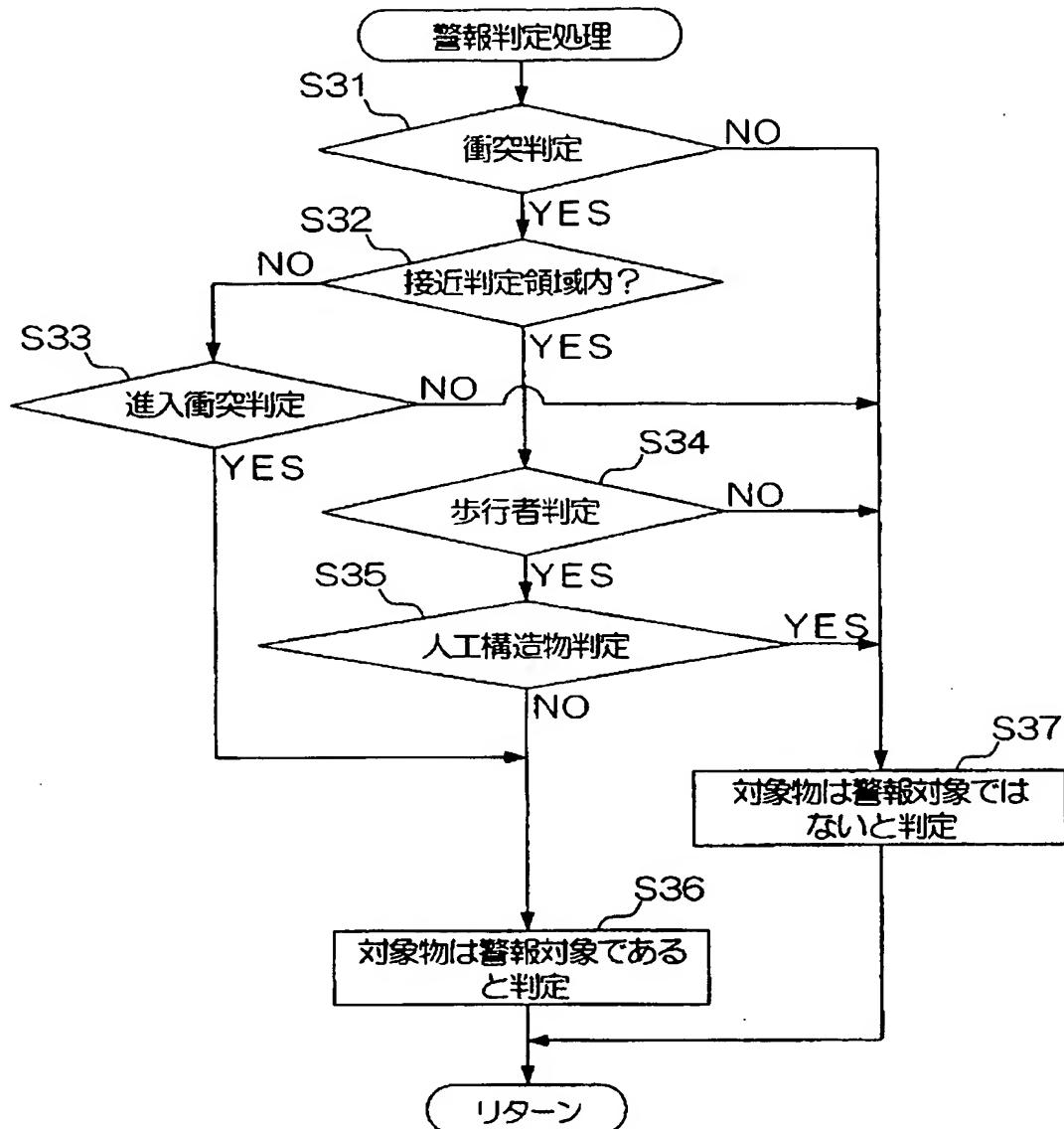


(b)

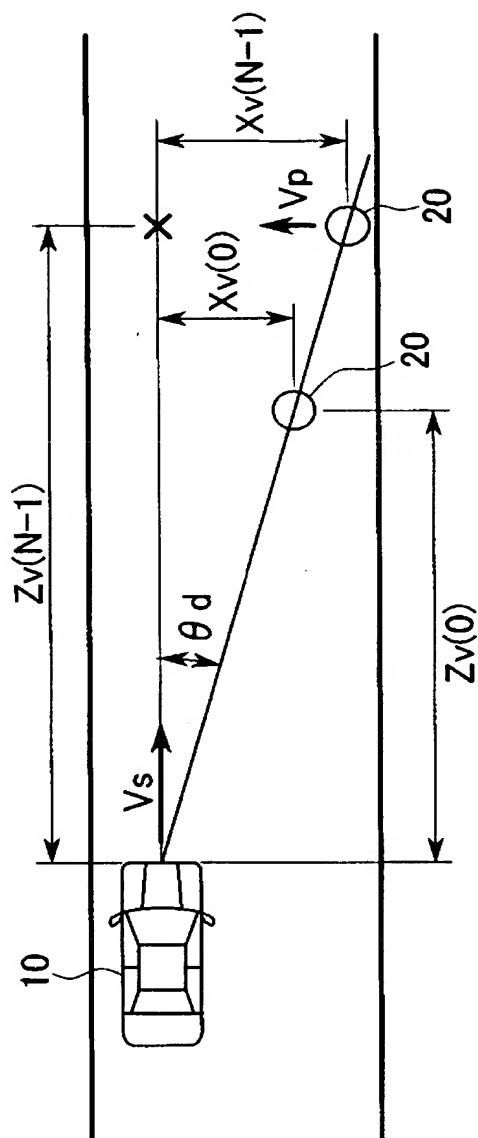


P 1 から P 4 の枠内の物体が対象物

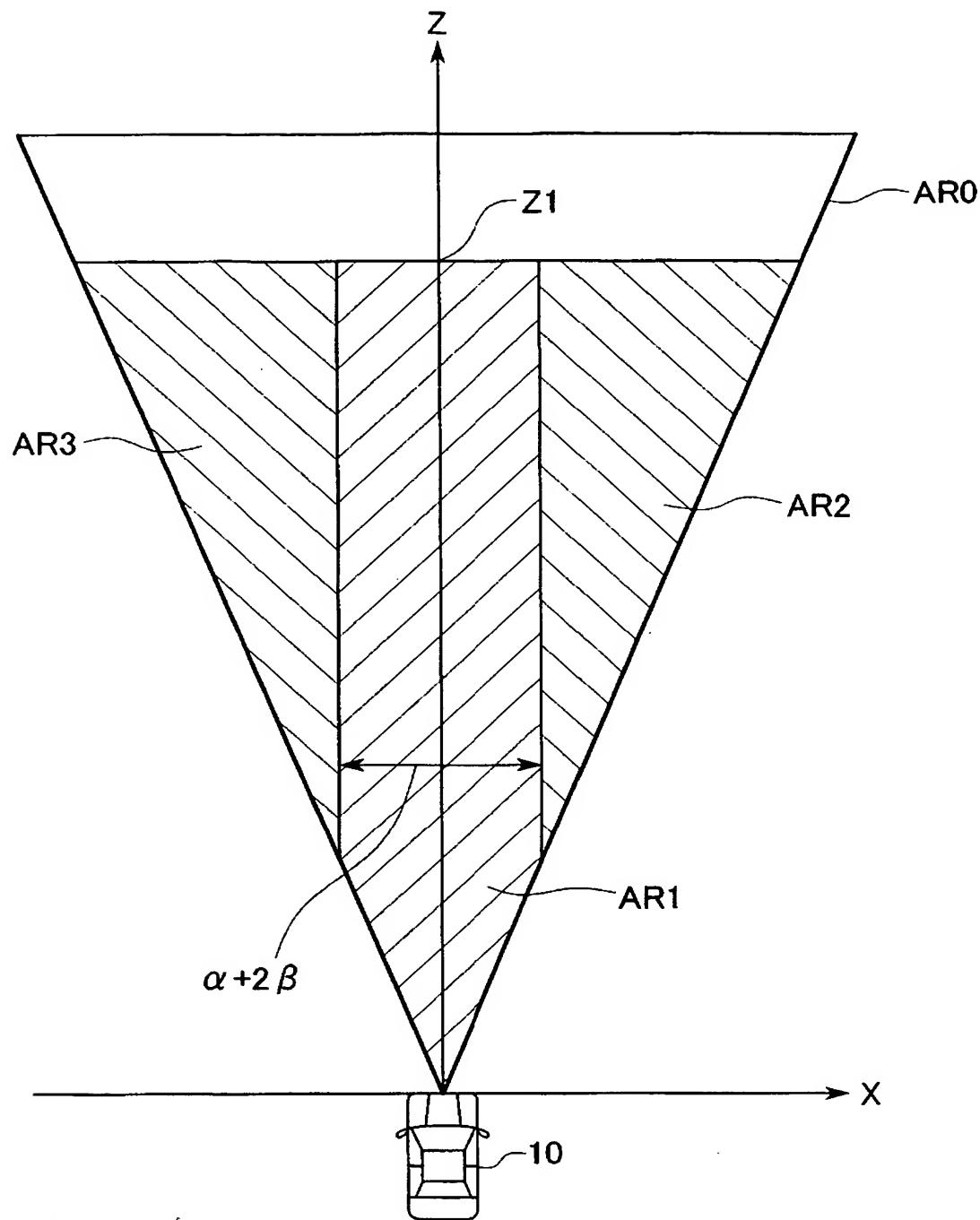
【図 5】



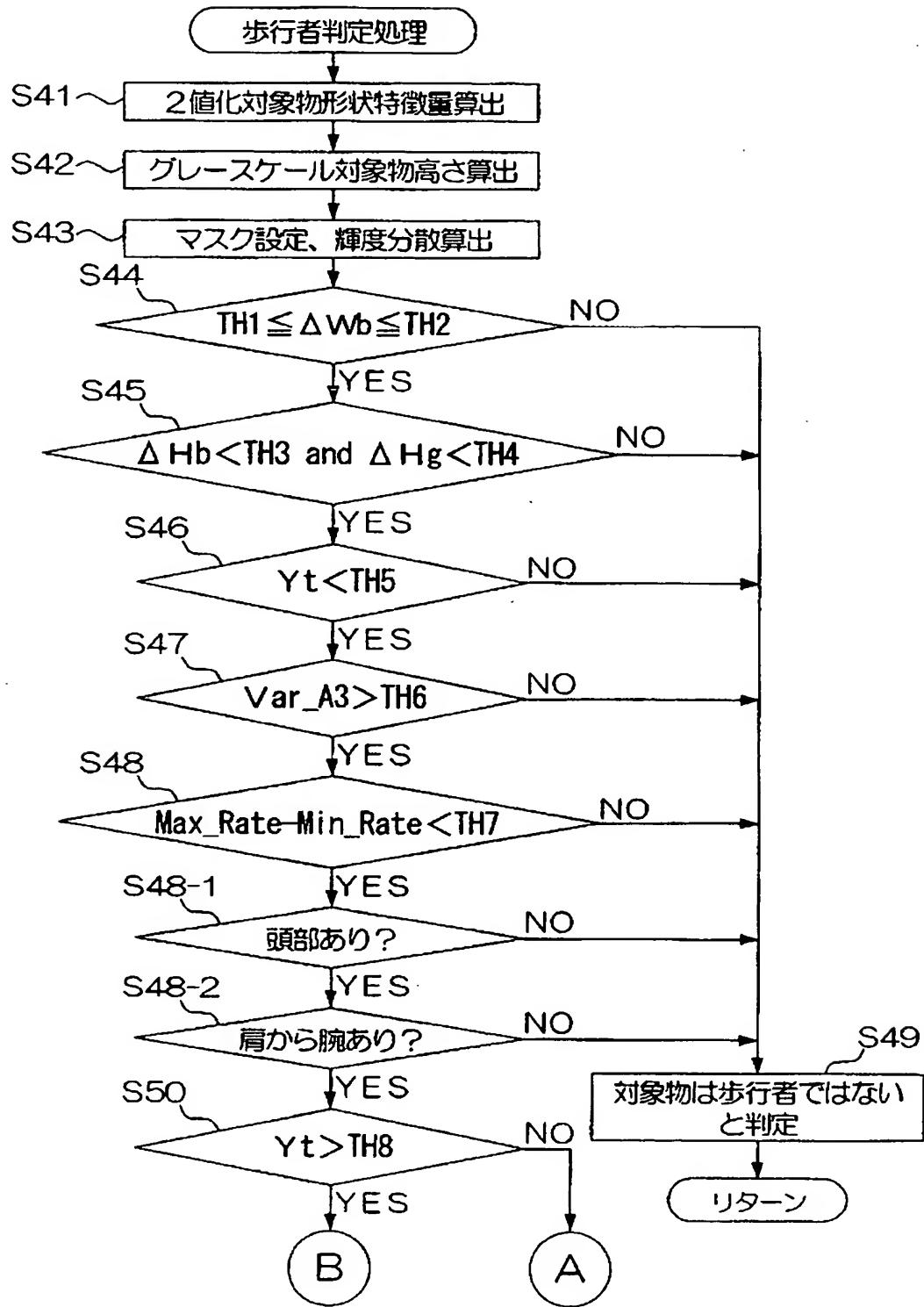
【図6】



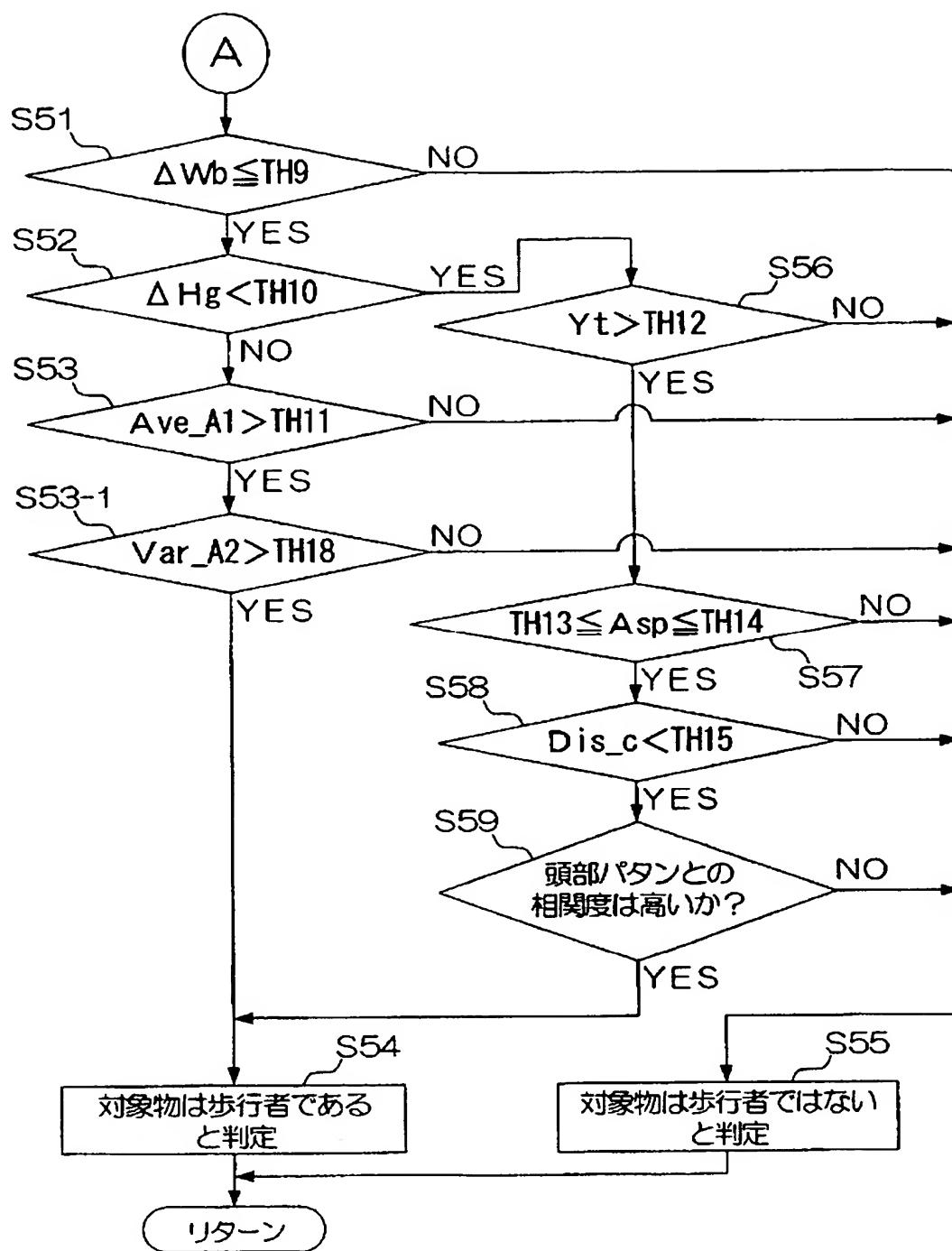
【図7】



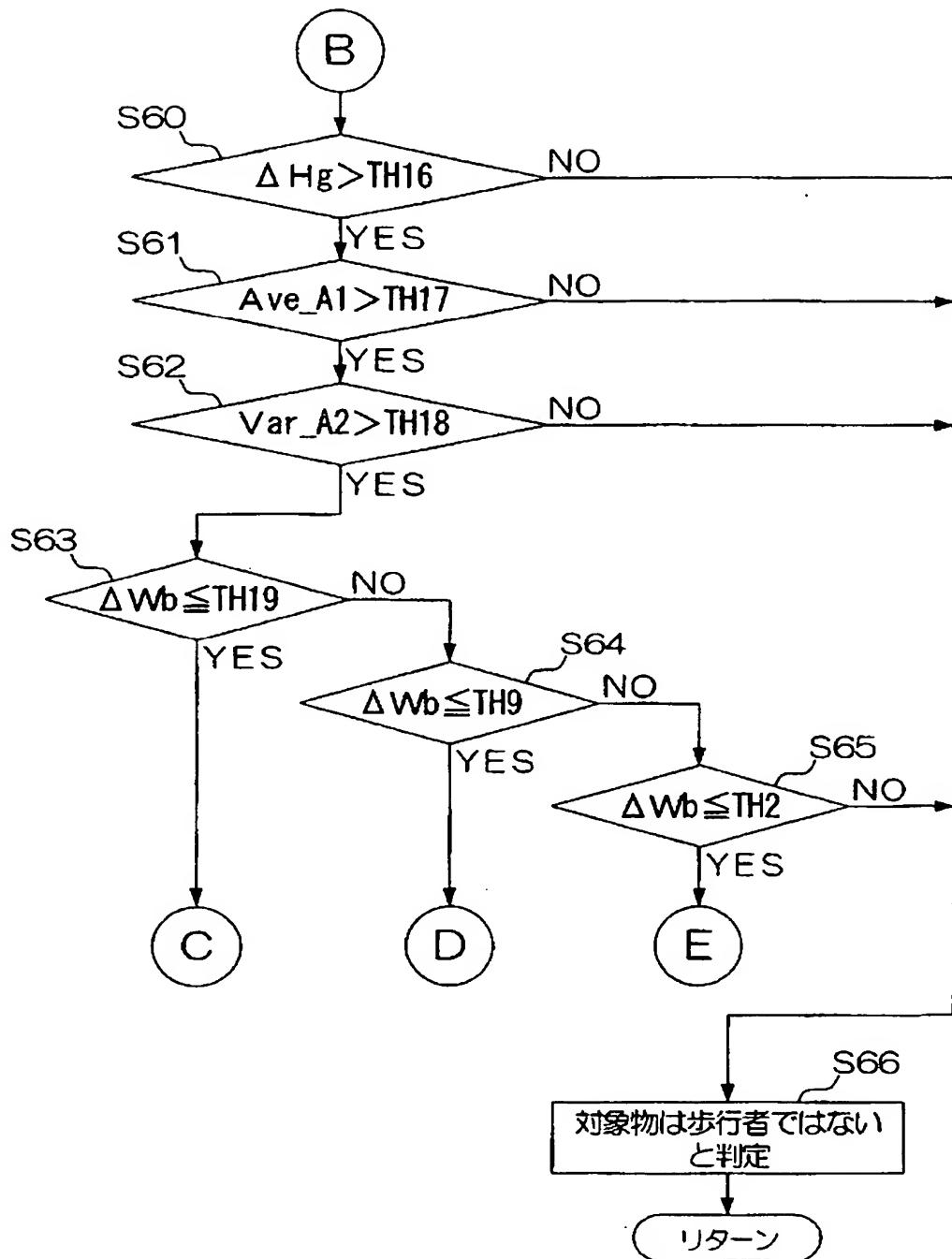
【図8】



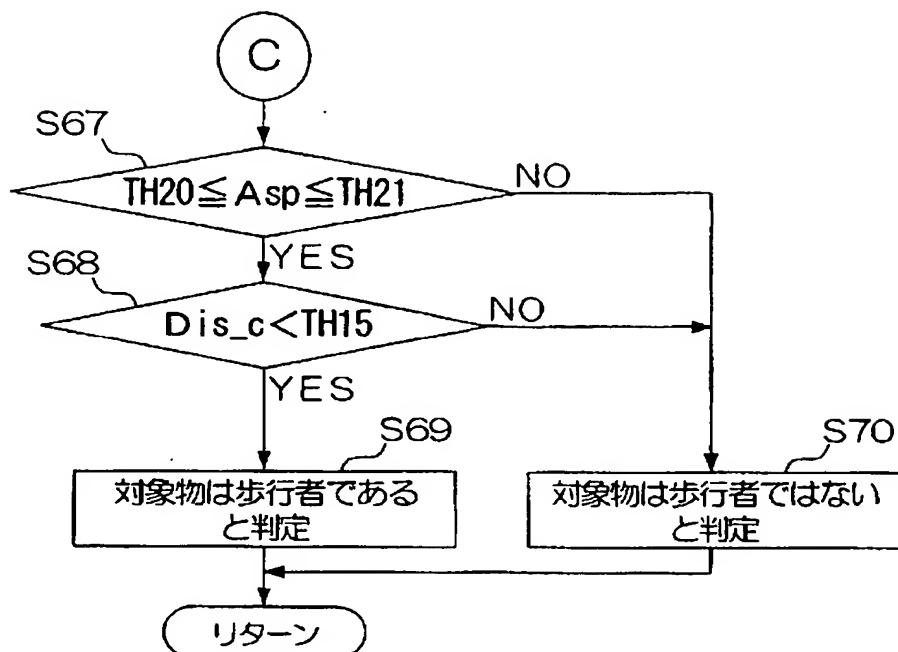
【図9】



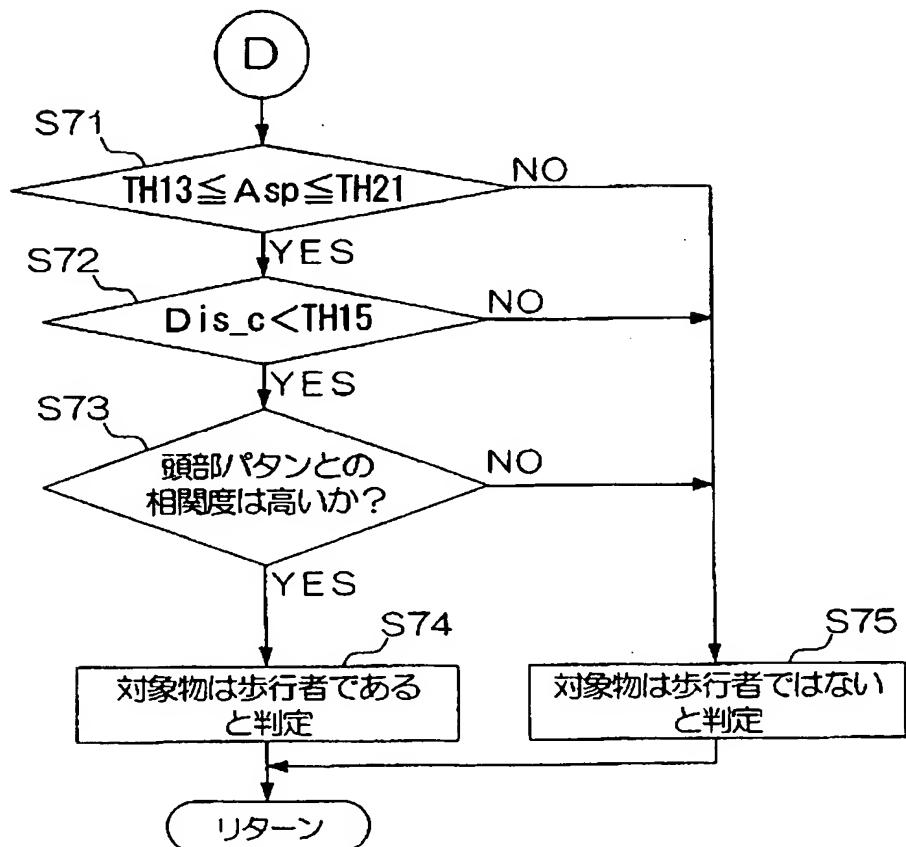
【図10】



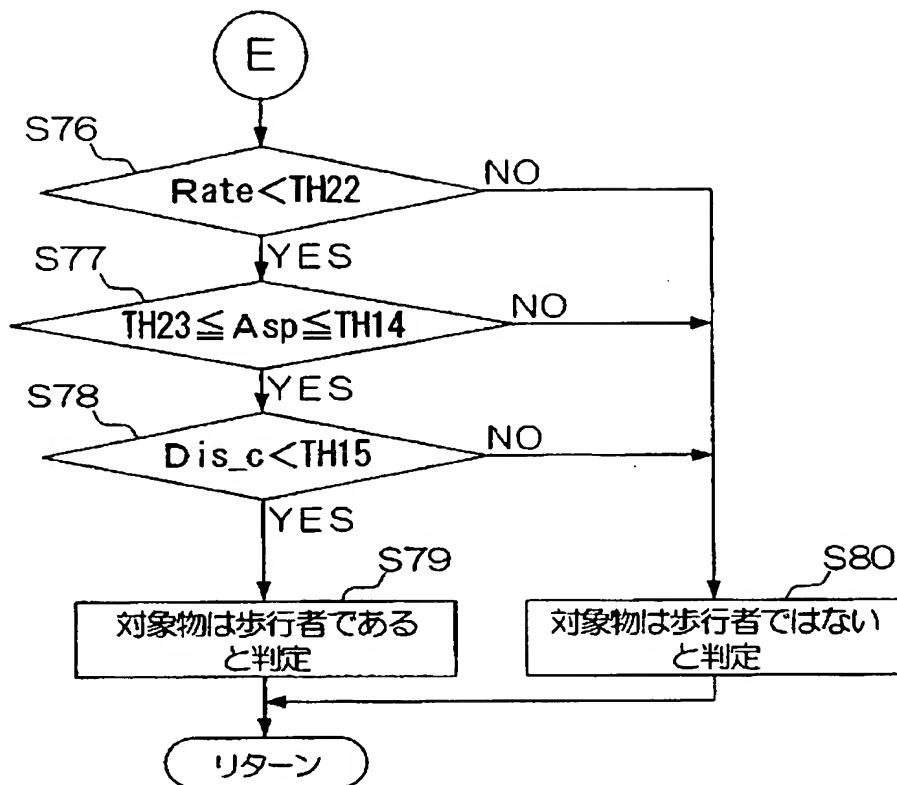
【図11】



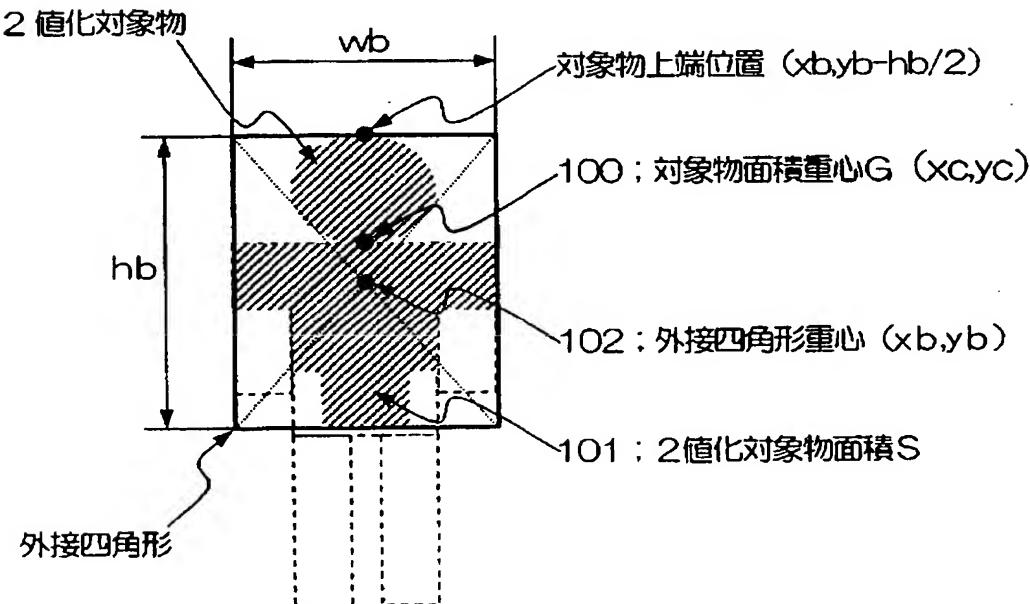
【図12】



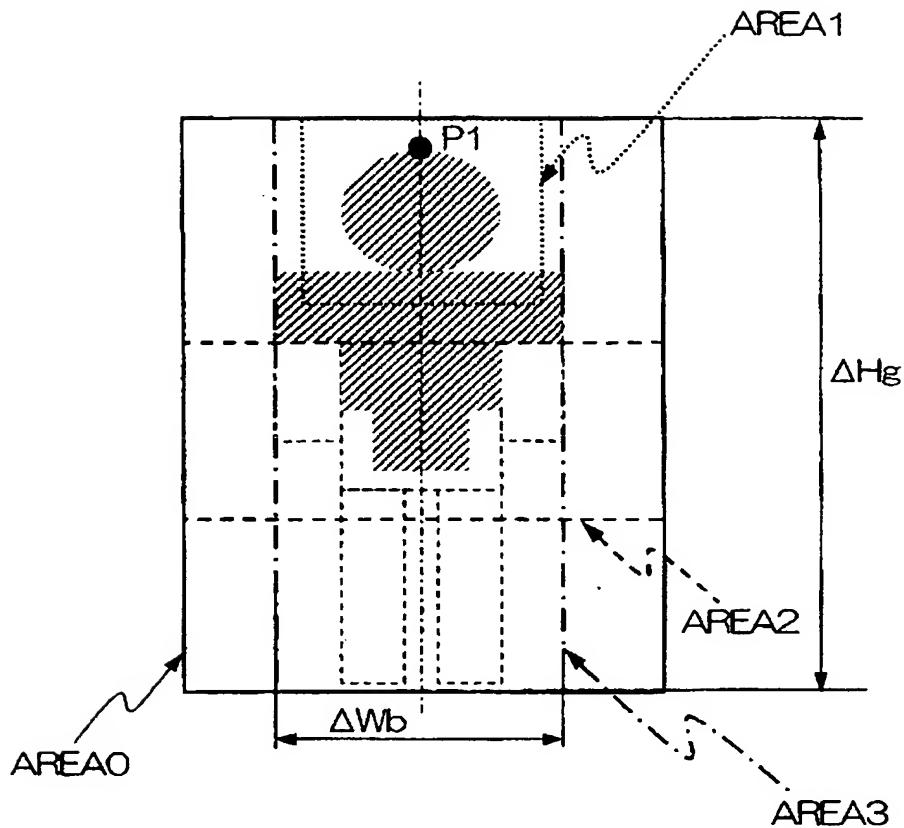
【図 13】



【図 14】



【図15】



P1 : 2 値化対象物上端位置座標

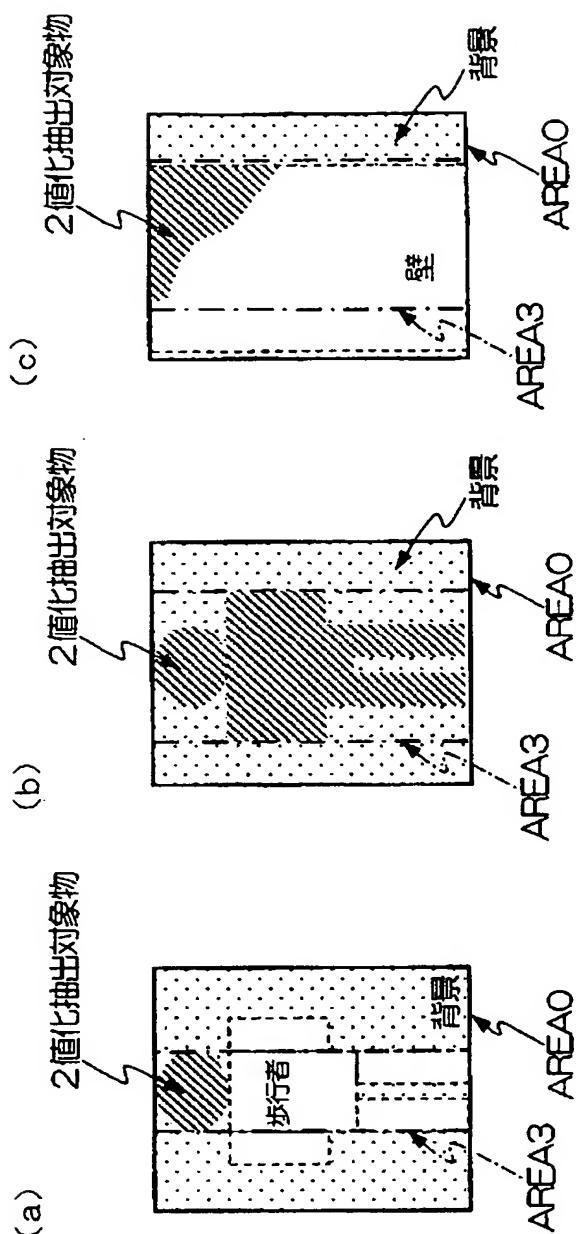
対象物高さ ΔH_g [m]

AREA1 の輝度平均 Ave_A1

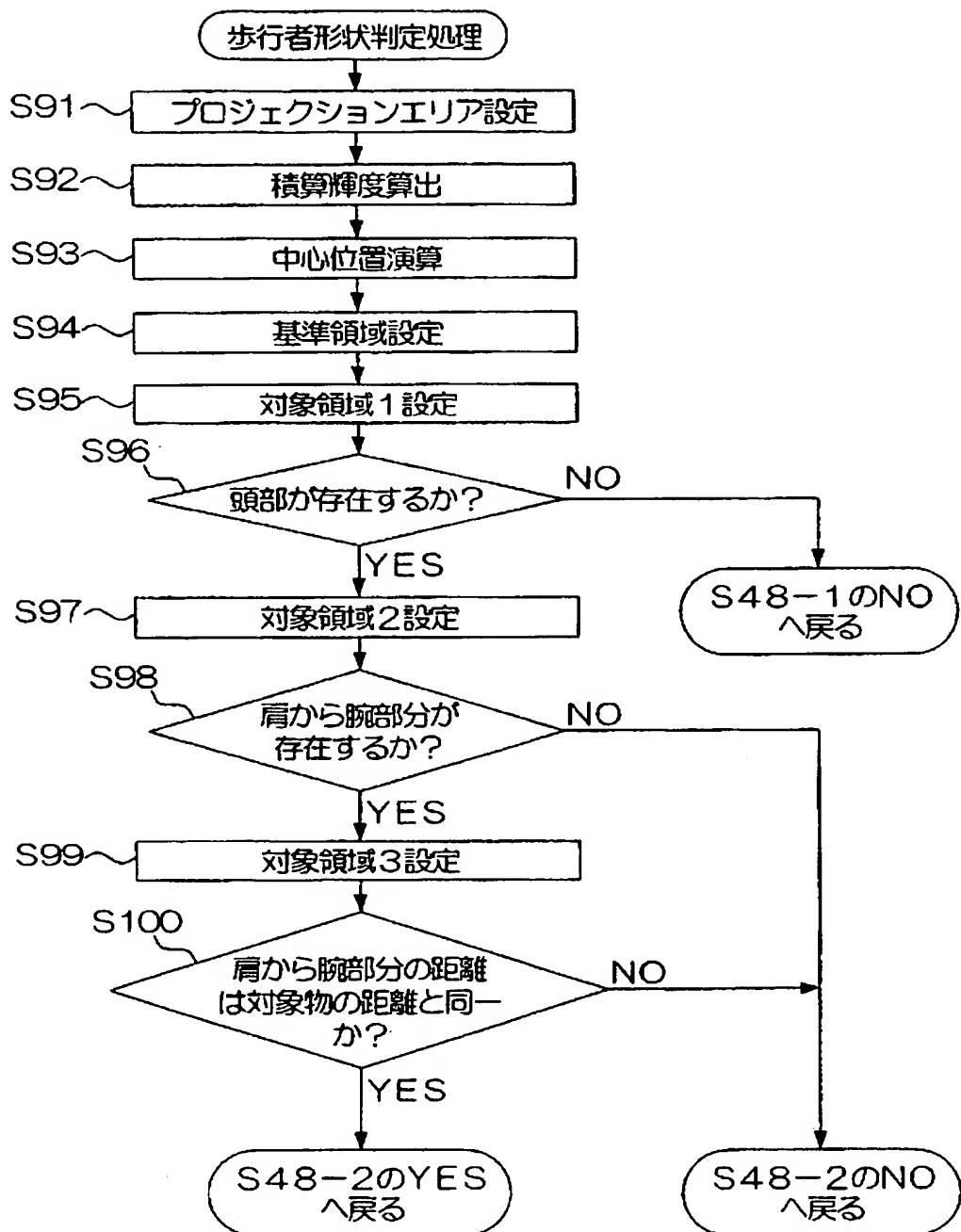
AREA2 の輝度分散 Var_A2

AREA3 の輝度分散 Var_A3

【図 16】

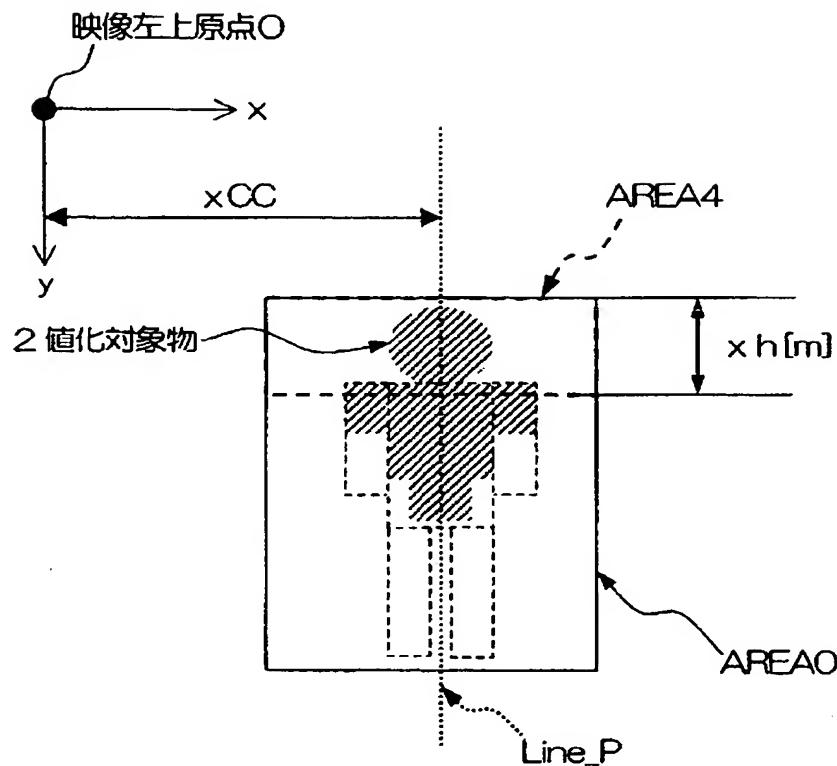


【図17】

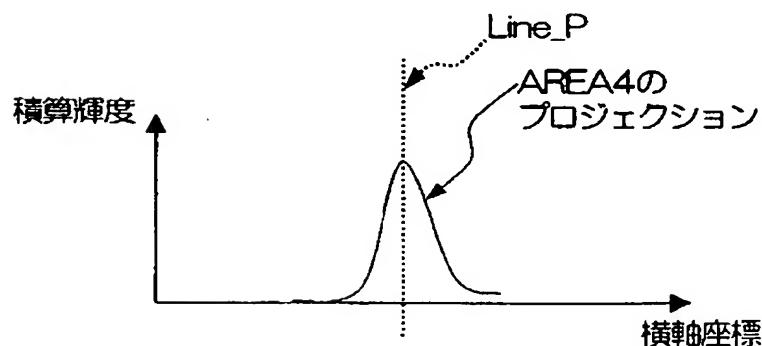


【図18】

(a)

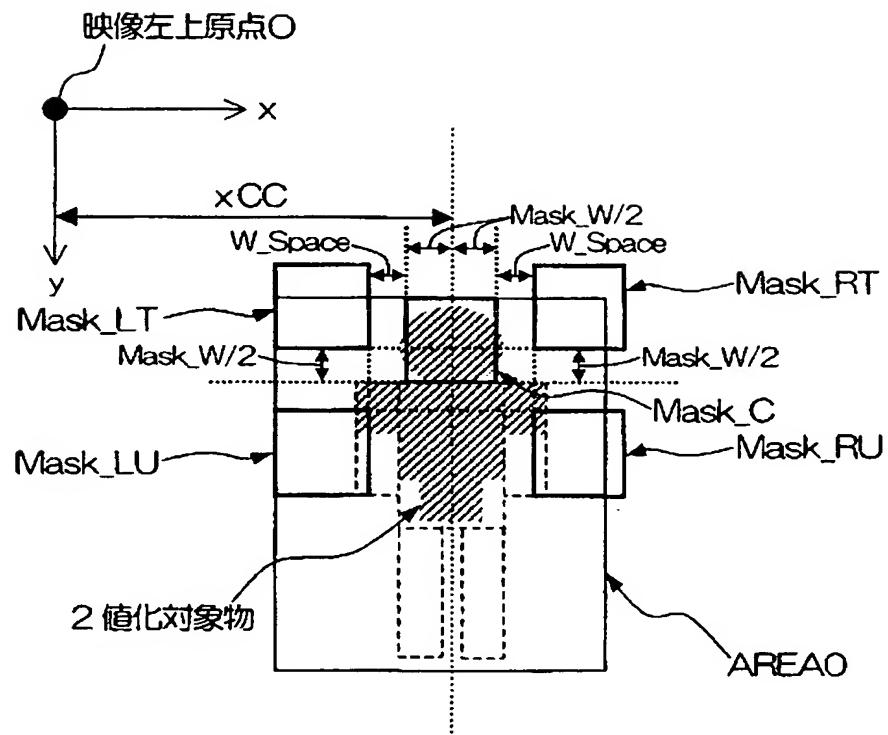


(b)



【図 19】

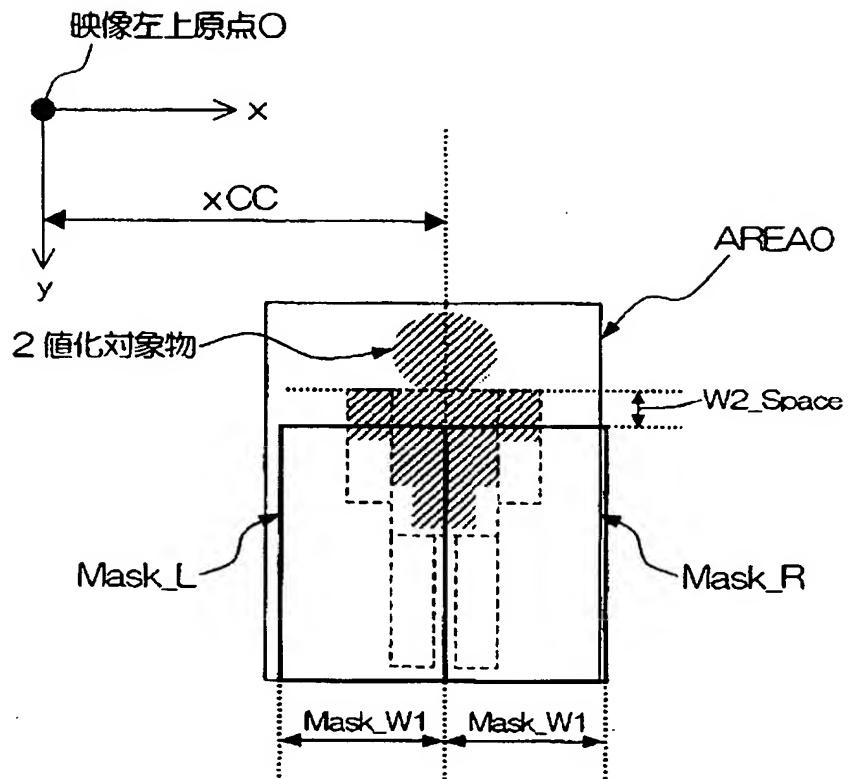
(a)



(b)



【図20】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 カメラにより撮影された画像から抽出される不定形な2値化対象物を的確に判定し、安定した歩行者の抽出を行う車両周辺監視装置を提供する。

【解決手段】 まず、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定し（S91～S94）、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される、基準領域より上方に配置された2つの対象領域を設定する（S95）。そして、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識する（S96）。次に、歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域を設定し（S97）、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識する（S98）。そして、歩行者全体の距離と肩から腕に相当する領域の距離とが等しい場合、歩行者の頭から肩及び肩から腕に相当する領域を含む2値化対象物が歩行者であると認識する（S99～S100）。

【選択図】 図17

認定・付加情報

| | |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2004-068903 |
| 受付番号 | 50400402312 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第三担当上席 0092 |
| 作成日 | 平成16年 3月16日 |

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 000005326 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|-----------------|
| 【住所又は居所】 | 東京都港区南青山二丁目1番1号 |
|----------|-----------------|

| | |
|----------|------------|
| 【氏名又は名称】 | 本田技研工業株式会社 |
|----------|------------|

【代理人】

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 100064908 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|----------------------------|
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 志賀国際特許事務所 |
|----------|----------------------------|

| | |
|----------|-------|
| 【氏名又は名称】 | 志賀 正武 |
|----------|-------|

【選任した代理人】

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 100108578 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|----------------------------|
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 志賀国際特許事務所 |
|----------|----------------------------|

| | |
|----------|-------|
| 【氏名又は名称】 | 高橋 詔男 |
|----------|-------|

【選任した代理人】

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 100101465 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|----------------------------|
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 志賀国際特許事務所 |
|----------|----------------------------|

| | |
|----------|-------|
| 【氏名又は名称】 | 青山 正和 |
|----------|-------|

【選任した代理人】

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 100094400 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|----------------------------|
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 志賀国際特許事務所 |
|----------|----------------------------|

| | |
|----------|-------|
| 【氏名又は名称】 | 鈴木 三義 |
|----------|-------|

【選任した代理人】

| | |
|--------|-----------|
| 【識別番号】 | 100107836 |
|--------|-----------|

| | |
|----------|----------------------------|
| 【住所又は居所】 | 東京都中央区八重洲2丁目3番1号 志賀国際特許事務所 |
|----------|----------------------------|

| | |
|----------|------|
| 【氏名又は名称】 | 西 和哉 |
|----------|------|

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【住所又は居所】 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特
許事務所

【氏名又は名称】 村山 靖彦

特願 2004-068903

出願人履歴情報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都港区南青山二丁目1番1号
氏名 本田技研工業株式会社